

Obor : Výrobní systémy

Zaměření : Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

**Návrh haly pro Benteler Automotive Rumburk s.r.o.**  
**Concept of the hall for Benteler Automotive Rumburk s.r.o.**

KVS - VS - 212

Vedoucí práce : **doc. Dr. Ing. František Manlig**

Konzultant: Ing. Jan Vavruška

Ing. František Koblasa

Mgr. Eva Kodrlová – Benteler Automotive Rumburk s.r.o.

Počet stran : 67

Počet příloh :

Počet obrázků : 45

Počet tabulek : 11

V Liberci 26.5.20011

## **Zadání diplomové práce**

Studijní program	M2301 Strojní inženýrství
Obor	2301T030 Výrobní systémy
Zaměření	Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

### **Návrh haly pro Benteler Automotive Rumburk s.r.o.**

#### **Zásady pro vypracování**

- 1) Úvod do problematiky
- 2) Analýza současných výrobních procesů
- 3) Vytipování vhodných dílů a technologií pro přesun do nové haly
- 4) Návrh variant rozmístění výrobních zařízení a logistického řešení v nových prostorech
- 5) Porovnání vzájemných variant
- 6) Závěr a zhodnocení

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne .....

Podpis .....

## **Poděkování**

Touto cestou chci poděkovat panu doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za příkladné vedení diplomové práce.

Dále chci poděkovat pánům Ing. Františku Koblasovi, Ing. Janu Vavruškovi a Ing. Tomášovi Kloudovi za podnětné připomínky při vypracování práce.

Za velkou podporu při vypracování, poskytnutí podkladů a spolupráci děkuji celému managementu firmy Benteler, především pak pánům Ing. Petru Marijczukovi, Ing. Janu Kýnlovi, Mgr. Danielu Müllerovi a Ing. Jaroslavu Leiblovi.

Děkuji rodičům za velkou podporu v celé délce studia.

Dále děkuji slečně Monice Suché za velkou psychickou podporu při vypracování diplomové práce.

## **Diplomová práce KVS-VS- 212**

**TÉMA: NÁVRH HALY PRO BENTELER AUTOMOTIVE RUMBURK S.R.O.**

Tato diplomová práce se zabývá návrhem logisticko / výrobní haly pro automobilovou firmu Benteler. Řešená problematika obsahuje popis současné výroby v závodě, layout závodu i základní popis používaných technologií. Podle objemu výroby ve firmě je vypočítána potřebná skladová kapacita pro umístění do nové haly. Dle zadaných kritérií jsou vypracovány varianty návrhu řešení, včetně návrhu rozmístění nových technologií a logistických ploch. V závěru práce jsou jednotlivé varianty zhodnoceny a je vybrána varianta nejvýhodnější pro firmu.

**THEME: THE CONCEPT OF THE HALL FOR THE BENTELER  
AUTOMOTIVE RUMBURK COMPANY**

The main topic of the diploma thesis is a concept of the logistic / production hall for Benteler Automotive company. This problematics includes the description of a contemporary situation, factory's layout and the general survey of technologies in use. The storage capacity for the replacement into the new hall is calculated in dependence on the company output. There are few concepts suggested in accordance with the given criteria. These concepts contain the new technologies and logistic area layout. Finally, the particular concepts are evaluated. The one that fulfils the company's needs the best is chosen.

Desetinné třídění:

Klíčová slova: Logistika, návrh skladu, layout, komisionování, materiálový tok

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno: 2011

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 67

Počet příloh: 0

Počet obrázků: 45

Počet tabulek: 11

Počet modelů:

Nebo jiných příloh: 0

# Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
1.1.	Úvod do problematiky .....	10
1.2.	Cíl práce .....	11
<b>2.</b>	<b>Logistika.....</b>	<b>12</b>
2.1.	Logistické služby .....	12
2.2.	Vývoj logistiky .....	13
2.3.	Logistika v automobilovém průmyslu .....	13
2.4.	Skladování .....	14
2.4.1	Charakter a význam skladování.....	14
2.4.2	Skladování vs. výroba .....	15
2.4.3	Funkce a druhy skladu.....	16
2.4.4	Blokové a řádkové sklady.....	16
2.4.5	Paletové regálové sklady .....	17
2.4.6	Sklady se spádovými regály .....	18
2.4.7	Regálové sklady typu „pátérnoster“ .....	19
2.4.8	Vlastní nebo cizí skladování.....	20
2.5.	Komisionování.....	21
<b>3.</b>	<b>Doprava.....</b>	<b>23</b>
3.1.	Vnitropodniková doprava .....	24
3.2.	Dopravní prostředky .....	24
<b>4.</b>	<b>Výrobní logistika .....</b>	<b>25</b>
4.1	Cíle plánování .....	26
4.2	Plánování layoutu .....	26
4.3	Uspořádání pracovišť .....	27
4.4	Sankeyův diagram.....	28
<b>5.</b>	<b>Štíhlá logistika .....</b>	<b>29</b>
5.1	Just in Time (JIT).....	29
5.2	Kanban .....	29
5.3	Milk run .....	30
5.4	Supermarket.....	30

<b>6.</b>	<b>Představení firmy .....</b>	<b>31</b>
6.1	Lisovna .....	32
6.2	Svařovna .....	33
6.3	Lasery .....	33
<b>7.</b>	<b>Analýza současného stavu .....</b>	<b>34</b>
7.1	Layout závodu.....	35
7.2	Materiálové toky na lisovně.....	36
7.3	Celkový materiálový tok.....	39
7.4	Nedostatky shledané analýzou současného stavu .....	40
<b>8.</b>	<b>Požadavky na nové projekty .....</b>	<b>41</b>
8.1	Prodloužení stávající haly.....	41
8.2	Omezující faktory pro novou halu .....	42
8.3	Shrnutí cílů.....	43
<b>9.</b>	<b>Řešení projektu.....</b>	<b>44</b>
9.1	Stanovení zařízení/projektů vhodných pro přesun.....	44
9.1.1	Vstupní materiál a rozpracovanost .....	45
9.1.2	Projekty pro přesun.....	45
9.1.3	Zařízení pro přesun.....	45
9.2	Počet skladových míst .....	46
<b>10.</b>	<b>Vlastní návrh nové haly .....</b>	<b>50</b>
10.1	Zpracování variant návrhů vnitřního layoutu.....	51
10.1.1	Varianta 1 .....	51
10.1.2	Varianta 2 .....	56
10.1.3	Varianta 3 .....	59
10.2	Porovnání variant.....	62
<b>11.</b>	<b>Závěr a doporučení .....</b>	<b>65</b>
<b>12.</b>	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>66</b>

## Seznam použitých zkratek a pojmů

5S	Metoda pro zlepšení pracovního prostředí
BAR	Benteler Automotive Rumburk (název závodu)
BSC	Benteler Standart Cell (standardní svařovací buňka Benteler)
BTC	Benteler Cell (svařovací buňka Benteler)
EDI	Electronic Data Interchange (elektronická výměna dat)
FIFO	First- In – First – Out (první dovnitř - poslední ven)
HBL	Hartbeschnittlinien (linka pro tvrdý ostřih)
JIT	Just In Time – výroba v právě daný čas
Kanban	Tahový systém řízení výroby
KLT	Kleinladungsträger (malá skladovací jednotka)
Milk run	Systém rozvozu materiálu dle stanoveného řádu
Patchování	2D bodové svařování
WFL	Warmformlinien (linka pro lisování za tepla)
Buffer	Zásoba, mezisklad



# 1. Úvod

V současné době je kladen velký důraz na konkurenceschopnost podniků na trhu. Ta může být zajištěna především pružnou reakcí na požadavky zákazníka. Aby bylo možné alespoň na tyto požadavky reagovat, je nutné zajistit prostory pro zpracování nových zakázek. Ve většině nových podniků, které znají své zákazníky a zakázky předem, je možné plánovat tyto prostory podle ideálních parametrů včetně předpokladu nízkonákladového provozu. Již tehdy lze pomyslně oddělit výrobní část od logistické části. Snaha o ucelení ploch vede k lepší přehlednosti a odstranění činností nepřidávajících hodnotu. Na trhu není pro slabé firmy místo, proto je třeba přemýšlet vždy několik kroků dopředu a udržovat si stálý náskok.

Je zřejmé, že logistika jako samostatný obor nepřidává firmě hodnotu a je veskrze „ztrátová“. Pokud ji však změříme nefinančními parametry, pak je v čase a prostoru její činnost nenahraditelná. S nárůstem výroby se však musí počítat i s adekvátním zvýšením podílu logistických ploch.

## 1.1. Úvod do problematiky

Firma Benteler Automotive Rumburk s.r.o. dosáhla již ve svých stávajících prostorách maximálního vytížení výrobních i logistických ploch. Využití externího logistického partnera není v okolí nabízeno, proto je nutné skladovat všechny spotřební, výrobní, rozpracované i expediční materiály pod střechou jedné haly. Firma je na trhu velmi úspěšná, z toho důvodu je průběžné rozšiřování výroby její nedílnou součástí. V důsledku zvýšené poptávky ze strany automobilových společností se firma rozhodla expandovat. Na tomto základě zakoupila pozemek, který její kapacity rozšíří.

Diplomová práce je zaměřena na největší závod firmy Benteler, který je umístěn v těsné blízkosti města Rumburk. Narozdíl od tří ostatních poboček v okolí Liberce, nabízí všechny technologie potřebné pro kompletní zpracování produktů. To je jeden z důvodů, proč je firma nejrychleji rostoucí pobočkou.

Hlavní technologie, které závod nabízí je lisování a svařování. Problémem mezi těmito technologiemi je doba zpracování materiálu, kdy lisovna vyrobí dávku za směnu, ale svařovnou je tato dávka zpracována za týden. Vzhledem k tomu, že materiál není korozivzdorný, musí být skladován ve výrobní hale, kde chybí skladovací plochy. Druhým problémem je přílišné vytížení závodu, který nemá volnou výrobní plochu pro nové projekty. Proto je důležité tyto plochy rozšířit. Z těchto důvodů se firma rozhodla vybudovat další halu.

## **1.2. Cíl práce**

Cílem diplomové práce je navrhnout optimální layout nové haly, který bude řešit nedostatečné kapacity závodu, a to jak logistické, tak výrobní. Na začátku se práce zabývá analýzou současného stavu závodu, popisem principů výroby, materiálovými toky celé haly i části pracovišť. V další kapitole jsou vytipovány jednotlivé projekty a zařízení vhodné k přesunu do nové haly. Před vlastním návrhem rozmístění zařízení v nové hale jsou shrnuty cíle pro tvorbu variant layoutu a spočítány objemy obalů potřebných k zaskladnění. Poté je zpracováno ve formě layoutu několik variant rozmístění samotných výrobních a logistických jednotek v nové hale. Při návrhu je respektován jak princip štíhlé výroby, tak i použitá skladová a manipulační technika. Výstupem diplomové práce je optimální varianta layoutu, která je určena k následnému zhodnocení a zpracování.

## 2. Logistika

Logistika je velmi komplexním pojmem, který se rozpadá na dílčí činnosti. Obecně lze říci, že logistika je metodika, jak dostat správné zboží, ve správný čas, na správné místo, ve správné kvalitě, a to s co nejmenšími (správnými) náklady.

Za objekty logistiky jsou považovány všechny druhy materiálů od výrobních přes pomocné, ale i subdodávky, náhradní díly, obchodní zboží, polotovary a hotové výrobky. [7]

### 2.1. Logistické služby

Z hlediska kompletní logistiky vnímá koncový zákazník pouze dílčí činnosti. Pod těmito činnostmi si můžeme představit logistické služby:

- Dodací lhůty zboží,
- spolehlivost dodávek,
- rychlost reakce na změny od zákazníka (pružnost v dodávkách),
- kvalitu dodávek zboží.

Dodací lhůty zboží vyjadřují dobu od objednávky až k dodání zboží k zákazníkovi.

Spolehlivost dodávek vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou bude zakázka splněna.

Pojmem pružnost označujeme schopnost rychle reagovat na drobné odchylky od zákaznického standardu (změna balení, změna místa dodání, časová dispozice předání zakázky...).

Kvalita dodávek označuje přesnost ve způsobu předání, typu obalu a množství kusů. Stejně tak je důležitý nepoškozený obal se zbožím. [7]

## 2.2. Vývoj logistiky

Logistika prošla během své hospodářské praxe několika stupni vývoje: [8]

1. *„fáze – omezení logistiky na distribuci (dominance obchodu a marketingu) bez ohledu na výše zásob, resp. čím vyšší zásoby, tím lepší pro prodej*
2. *fáze – vzhledem ke snižování nákladů se začala zohledňovat výše zásob jako prostředek k uvolnění vázaného kapitálu*
3. *fáze – prosazování logistických řetězců od dodavatelů až k finálním zákazníkům, požadavky na zvýšení pružnosti firmy pomocí synchronizace procesů*
4. *fáze – optimalizace logistických systémů, probíhá za podpory počítačových simulací, elektronické výměny dat atd.; tato fáze je stále nedokončená“*

## 2.3. Logistika v automobilovém průmyslu

V automobilovém průmyslu platí mnoho specifických pravidel. Hlavní pravidlem je zajištění plynulosti sériového provozu. Naplánované dodávky musí dojít včas a správně, protože minutové prostoje na montážních linkách automobilek znamenají pro dodavatele obrovské sankce.

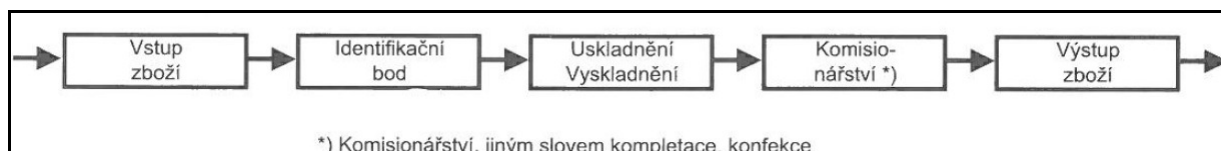
Pro zajištění plynulosti provozu musí být díly specificky skladovány a manipulovány, jedná se totiž o díly velkých rozměrů. Ty jsou, téměř bez výjimky, velkých rozměrů a jsou specificky skladovány i manipulovány. Velké manipulační jednotky jsou zaskladněny v paletových regálech či na ploše, malé manipulační jednotky ve spádových KLT regálech a těžké, či nadměrné díly jsou skladovány dle faktoru stohovatelnosti na ploše.

Samozřejmostí je dodržování předepsaných minimálních a maximálních skladových zásob, plnění cílů obrátky zásob i zajištění FIFO systému. Každý materiál má navíc vlastní specifické požadavky (náchylnost na vnější vlivy, hořlavost, povrchová úprava apod.), která musí být zohledněna u každého produktu při sérové výrobě a velké druhovosti.

Montážní linky jsou zásobovány podle principu Milk run, nebo JIT. Oba dva případy jsou vysvětleny v kap. 5. [8]

## 2.4. Skladování

Skladování je jednou z nejdůležitějších částí logistického řetězce, protože expediční sklady tvoří spojovací prvek mezi výrobcem (dodavatelem) a zákazníkem. A pomocí výrobních skladů je možné vyrábět bez zastavení výroby. Celý systém skladovacích činností můžeme vidět na obr. 1.



Obr. 1: Kompletní systém skladovacích činností [8]

Rozdělíme-li skladování na dílčí funkce, vzniknou tyto úkoly:

- Uskladnění,
- přenosy informací (stav a umístění zásob, evidováno pomocí informačních systémů),
- přesuny zboží (příjem, fyzická manipulace na pozici, komisionování, expedice).

Uskladnění je rozděleno na přechodné a časově omezené. Přechodné umožňuje skladovat zboží nutné k doplnění základních zásob a omezené uskladnění vzniká z důvodu nadměrných zásob (např. zajištění předvýroby z důvodu stěhování výroby, plánované údržby).

### 2.4.1 Charakter a význam skladování

*Skladování tradičně zabezpečuje uskladnění produktů (uskladněné produkty = zásoby) v průběhu všech fází logistického procesu.[8]*

V podnicích existují obvykle 4 typy zásob, které si zasluhují uskladnění:

- Vstupní materiál a náhradní díly (zásobování vstupním materiálem),
- nebezpečné materiály (hořlaviny, chemické sloučeniny apod.),
- mezioperační zásoby (rychloobrátkové sklady, umístěné v místě spotřeby),
- hotové díly připravené k expedici k zákazníkovi.

V minulosti byl upřednostňován systém tlaku a výroba byla plánována k co největšímu vyřízení strojních kapacit. Očekávala se vysoká poptávka po produktu se zajištěným odběrem. Sklad měl zejména vyrovnávací funkci, ovšem s velkou kapacitou. Uvolnění skladovací kapacity záviselo na poptávce trhu. [8]

Současné moderní trendy implementují metody štlhlé výroby a pro výrobu je preferován systém tahu. Informace je předávána od zákazníka, přes všechny technologie formou poptávky až k prvnímu zpracovateli. Koncový sklad má opět funkci bufferu, ale se zaručeným odběratelem.

#### **2.4.2 Skladování vs. výroba**

Vzájemný vztah mezi skladováním a výrobou je vysvětlen na příkladu výrobních dávek.

Při stanovení např. lisovacích dávek je posuzováno několik hledisek:

- Odvolané množství zákazníkem,
- termín pro splnění odvolávky,
- doba zpracování na dalších technologiích,
- velikost svitku plechu,
- délka výměny nástroje,
- plánované odstávky na navazujících technologiích,
- četnost výměn nástroje (z ekonomického hlediska),
- kapacity výrobního zařízení.

Cílem vzájemného vztahu je zajištění výroby pro splnění zakázky a zároveň minimalizace zásob a průběžných dob. Produkci velkých lisovacích dávek je zajištěno splnění zakázky, ale je znemožněna rychlá identifikace chyb. Při návaznosti technologií s rozdílnými takty je nutné dávku uskladnit v místě následného zpracování. To může např. na lisovně znamenat zabrání důležité plochy pod jeřábovou drahou.

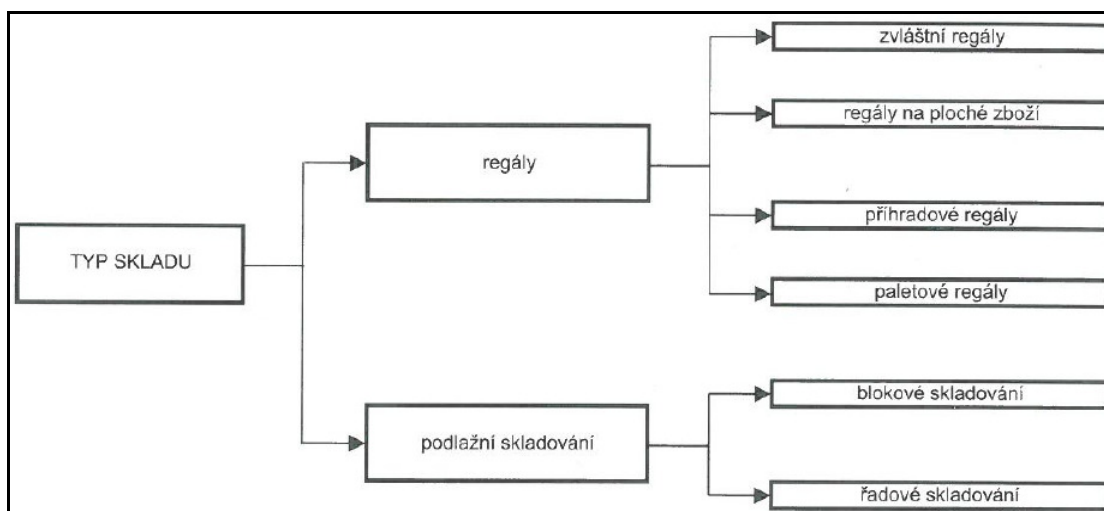
### 2.4.3 Funkce a druhy skladu

Úkolem skladu je sladění rozdílných materiálových toků, resp. vytvoření zásobníku pro pomalejší výrobní technologie. Hlavní funkce skladů jsou:

- Vyrovnávací funkce (rozdílný materiálový tok, rozdílné materiálové spotřeby v časovém hledisku) - jedná se o zmíněné využití skladu,
- zabezpečovací funkce (z důvodu nepředvídatelných rizik),
- kompletační funkce (pro tvorbu sortimentu z materiálů nestandardních požadavků),
- zušlechťovací funkce (z důvodu jakostních změn – kvašení, zrání apod.),
- spekulativní funkce (z důvodu očekávaného cenového zvýšení).

Pro případ této práce je využito podlažního skladování, resp. blokového skladování těžkých obalů. Pro lehčí obaly je využito výškového regálu s rošty.

Sklady jsou rozděleny z mnoha hledisek, například dle typu skladu:



Obr. 2: Typové rozdělení skladů [8]

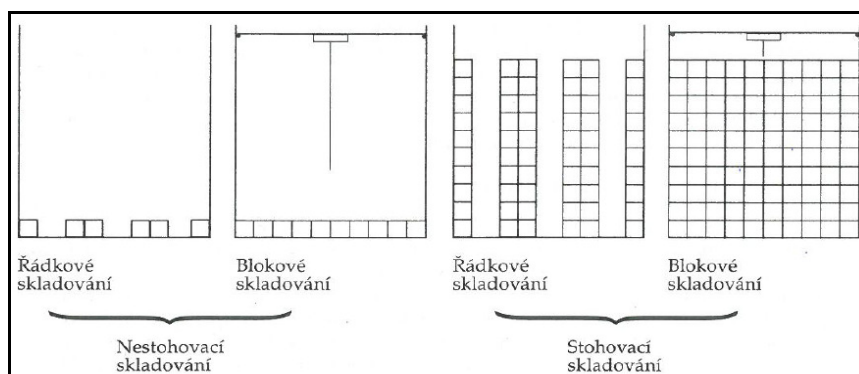
### 2.4.4 Blokové a řádkové sklady

V případě blokového skladování (obr. 3) zabírají obaly plochu na podlaze objektu. Jedná o malý počet sortimentních druhů, ve kterém jsou velká množství manipulačních jednotek od jednoho druhu materiálu. Zde Schulte vidí zřejmou nevýhodu v nutnosti většího uspořádání při obsazování pozic. U bloků je náročná dopravní obslužnost skladu. [7]



V případě řádkového skladování (obr. 3) jsou obaly skladovány většinou jednodruhově do řad. Vznikne-li požadavek na dodržení FIFO principu lze jej zajistit při „průtokovém“ odebrání zboží ze skladu, nebo přerovnáváním zboží.

V těchto případech musí být zohledněn faktor stohovatelnosti. To znamená, kolik obalů je možné uskladnit na sebe, aniž by došlo k poškození spodního obalu nebo znemožnění manipulace řidičům vysokozdvížných vozíků. Umožní-li nám druh zboží stohovat obaly na sebe, násobně se zvýší kapacita skladu.



Obr. 3: Blokové a řádkové skladování – půdorysný pohled [8]

#### 2.4.5 Paletové regálové sklady

Tyto sklady umožňují uskladnění zboží umístěného v pevném obalu (tzv. paletě). Regály mohou tvořit klasická podlaží s rošty (obr. 4), nebo jsou jednotlivé obaly zakládány přímo na konstrukci regálu (vytvořené např. ze 2 profilových konzolí – obr. 5). Jednou z výhod je, že jsou tyto konzole libovolně výškově nastavitelné a umožňují tak přizpůsobit výšku obalové jednotce. Další výhodou je možnost uložení typově různých obalů na rošty regálu, tedy i zaměnitelně.

Podle výšky lze rozdělit:

- Sklady s plochými regály (do 7m),
- středně vysoké paletové sklady (7 až 15m),
- vysoké paletové sklady (15 až 45m). (2)



Obr. 4: Paletový regálový sklad s rošty (10)



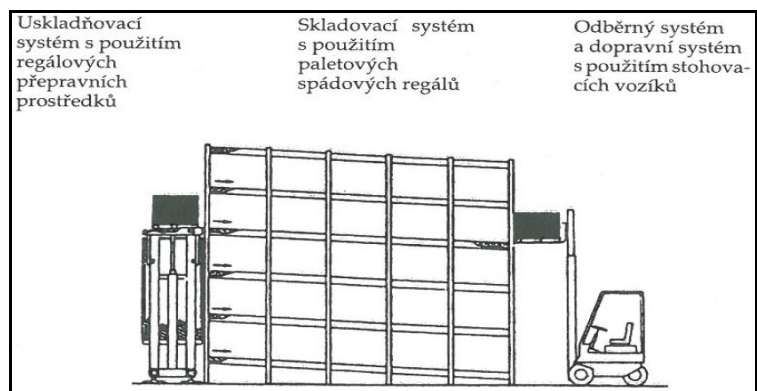
Obr. 5: Paletový regálový sklad –materiál přímo na konstrukci (10)

Vzhledem k využitelné výšce skladu lze regály používat s vyšší efektivitou než při blokovém nebo řádkovém skladování. Do každé jednotlivé buňky regálu lze zaskladnit jiný druh materiálu. Předpokladem je sjednocená šířka (hloubka) obalu, v ideálním případě pak jednotný druh obalu. Maximální manipulační výška vysokozdvížného vozíku dosahuje cca přes 5m, pro prostory regálových skladů jsou doporučovány retraky a zakladače dosahující pracovní výšky do 15m. Využití ploch spočívá ve „zvýšení stohovatelnosti“. [10]

#### 2.4.6 Sklady se spádovými regály

Spádový regál (obr. 6) je tvořen několika kanály, které jsou umístěny vedle sebe a nad sebou. V každém kanále je skladován jeden typ materiálu i obalu a to v omezeném množství – řídí se délkou obalu. Obalové jednotky jsou posouvány po válečcích samospádem cca pod úhlem 5° nebo pomocí poháněných válečků. Každý kanál je opatřen brzdovým systémem v místě odebrání obalové jednotky, a to z důvodu zajištění bezpečnosti.

Tento typ regálu je vhodný pro zboží s vysokou četností překládání, mimo jiné proto, že je zde zajištěn princip FIFO. [7]



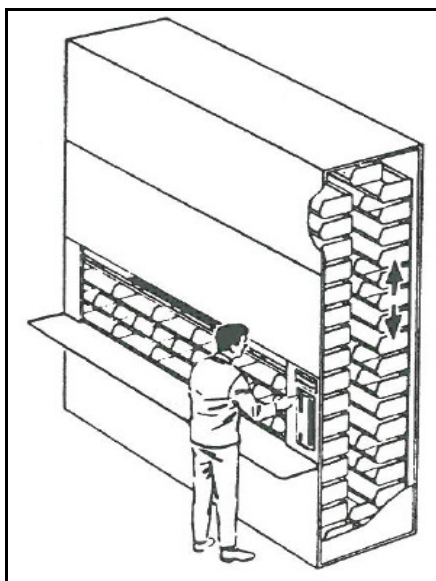
Obr. 6: Částečně automatizovaný sklad se spádovými regály [7]

#### 2.4.7 Regálové sklady typu „páternoster“

Sklady typu „páternoster“ (obr. 7) disponují stejnou výhodou jako paletové regálové systémy. Na malé půdorysné ploše jsou schopny uskladnit velké množství produktů.. Jedná se o systém, který má tvar skříňe. V té obíhají řetězy, které pohání řetězová kola s jednotlivými policemi regálu. Vychystávací a zakládací místo do regálu je jen jedno a slouží pro obě operace. Tento typ je používán na náhradní díly, drobné zboží různého druhu, náradí, spojovací materiál.

Pro obsluhu je sklad typu „páternoster“ snadný na orientaci. Dle příslušného seznamu najde na displeji pozici, na které se nachází požadované zboží, a příslušné „podlaží“ mu přijede k vychystávacímu místu. Podobným systémem funguje sklad typu výtah (obr. 8), kdy jsou jednotlivé položky odváženy na dané pozice. To se hodí spíše pro kusové zboží než pro drobné dílky. Velkou výhodou výtahu je jeho téměř neomezená výška – limitní je jen světlá výška skladu. V automobilovém průmyslu je tento výtah často využíván k uskladnění různých měrek, přípravků apod. [12]

Sklady typu „páternoster“ a výtah:



Obr. 7: Skříňový „páternoster“  
drobné součásti [8]



Obr. 8: Výtah pro větší rozměrnější  
součásti [14]

#### 2.4.8 Vlastní nebo cizí skladování

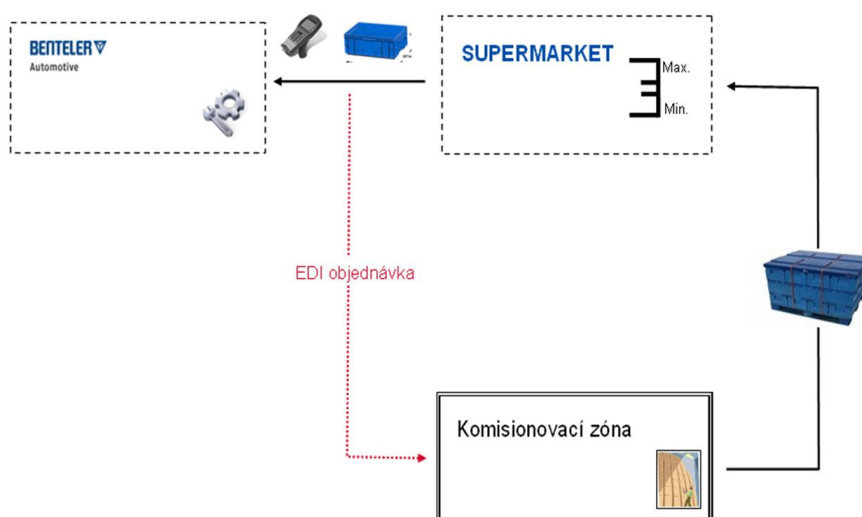
Při volbě skladového prostoru je vhodné zvážit možnost provozování vlastního skladování nebo kooperace s externí firmou. Výběr lze nazvat volbou „Make or buy“. Kdy „Make“ znamená zajištění provozu skladu vlastními silami a „Buy“ přenechává provozování vybrané společnosti. [7] [8]

Tabulka č. 1: **Výhody a nevýhody jednotlivých variant:**

	<b>„Make“</b>	<b>„Buy“</b>
Výhody	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nižší náklady na provoz skladu</li> <li>- snadnější vzájemná komunikace</li> <li>- dohled nad zbožím</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nulové investiční kapitálové náklady</li> <li>- přenesení zodpovědnosti za dodávky zboží</li> <li>- přísnější sledování nákladů</li> </ul>
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none"> <li>- počáteční investice (vázaný kapitál)</li> <li>- dlouhá doba návratnosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- přijmutí kompromisů vyplývajících z kooperace</li> <li>- event. nevyhovující prostory</li> </ul>

## 2.5. Komisionování

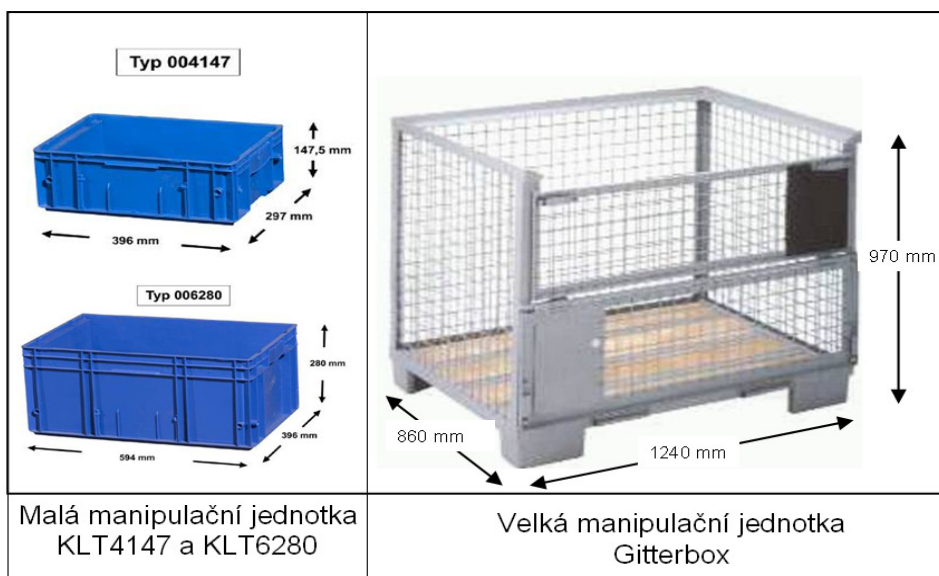
Komisionování, jinak také nazýváno komisionářství či vychystávání je činnost spojená výhradně se složením určitého množství z celkového množství sortimentu na základě zadaných spotřeb materiálu. Jedná o změnu skladovacího stavu na stav spotřební. [7] Aplikací obecného principu na model automobilové výroby se lze dostat k následnému popisu. Na základě aktuálních spotřeb výroby je stanoven počet manipulačních jednotek s materiálem na směnu u výrobních zařízení. Při spotřebě materiálu jsou „skenovány“ dělníky čárové kódy spotřebovávaného materiálu. Pomocí EDI (Electronic Data Interchange) objednávky, která slouží jako příkaz pro dodání materiálu, jsou zásobováni výrobním materiálem z komisionovací zóny. Tento systém funguje na principu elektronického kanbanu (obr. 9).



Obr. 9: Systém objednávání materiálu ve výrobě [16]

V komisionovací zóně je ze skladu vychystán materiál z velkých manipulačních jednotek do malých (porovnání manipulačních jednotek na obr. 10). Velké manipulační jednotky zabírají u výrobního zařízení mnoho místa a nutí pracovníka překonávat větší vzdálenosti. Přichystaný materiál je v KLT obalech v přesném množství připraven na „vagón vláčku“ okružní dopravy.





Obr. 10: Porovnání manipulačních jednotek [16]

Přeprava zboží je většinou uskutečňována pomocí tzv. tahače (vláčku), který za sebou táhne jednotlivé „vagónky“ se zbožím. Tyto tahače zajišťují okružní dopravu závodem a zaváží jednotlivá odběrová místa podle koncepce Just – in – Time.

Cílem okružní dopravy je eliminovat ztrátové časy dvojitou manipulací, standardizovat zásobování materiálem. Aby systém fungoval, je nutno se připravit na vznik úzkých míst (křižovatky vláčku s vysokozdvížným vozíkem, pohyb personálu, lakovací stojany apod.). Příklad tahače s „vagónky“ je na obr. 11. Na zpáteční cestě jsou sbírány díky signálu prázdné obaly od spotřebovaného materiálu.

Signály pro sběr prázdného obalu mohou být různé:

- El. formou na display (nejrychlejší, náročné na nastavení),
- prázdný kanbanový štítek (nutná disciplína, hrozba ztráty štítku),
- samotný prázdný obal je signálem (nutná pravidelná spotřeba materiálu, definice okruhů pro tahač).



Obr. 11: Ukázka tahače s „vagónky“ [11]

### 3. Doprava

*Doprava zajišťuje přesun výrobků v prostoru, z místa výroby do místa spotřeby, a zvyšuje tak jejich hodnotu. Dále pak ovlivňuje rychlost a spolehlivost, s jakou se tento přesun uskuteční.*  
[2]

Doprava slouží k uspokojování těchto potřeb:

- Ve výrobní sféře ( mezi jednotlivými operacemi až k hotovému výrobku),
- v oběhové sféře (plní požadavky směny zboží),
- ve spotřební sféře (slouží jako nástroj k rozvozu výrobků).

Z hlediska vlastnictví se nabízí provozování vlastní dopravy vs. využití specializované firmy a dle typu dopravních prostředků je možné materiály přepravovat po železnici, automobily, lodí, letecky či zvolit kombinovanou dopravu. [3]

Pro automobilový průmysl se zdá nejvýhodnější kombinace automobilové (silniční) a železniční dopravy. Železniční dopravu lze využít k přepravě těžkých nebo objemných materiálů. Z investičních důvodů (železniční vlečka, dopravní prostředky) je však využíváno kombinace obou typů. Porovnáním celkových nákladů se jeví výhodou železnice při dlouhodobém využití. Dopravní náklady tvoří značnou část celkových logistických nákladů (viz. obr. 12).

Činnosti	Podíl nákladů [%]
doprava	29
balení	12
administrativa	11
převzetí a odeslání	8
zpracování objednávky	6
skladování, manipulace, správa, údržba	34

Obr. 12: Skladba logistických nákladů [8]

Dopravu lze navíc rozdělit na vnitropodnikovou a mimopodnikovou. Předmětem diplomové práce je jen vnitropodniková doprava, která probíhá v rámci areálu i mimo zastřešené plochy.

### 3.1. Vnitropodniková doprava

Vnitropodniková doprava je chápána jako transport materiálu uvnitř firmy. Je zde obsažena nejen manipulace se vstupním materiálem do místa spotřeby, přesun zboží v rozpracovanosti a pohyb expedovaných výrobků, ale také samotný dopravní cyklus uvnitř areálu firmy.

Tento typ dopravy je charakterizován čtyřmi veličinami [7]:

- Typem přepravovaného zboží (kusové, plynné, kapalné),
- intenzitou přepravy,
- přepravní trasou (vzdálenost mezi počátečním a koncovým bodem přepravy),
- zákony.

### 3.2. Dopravní prostředky

Dopravní prostředky jsou rozděleny na kontinuální a nekontinuální.

**Kontinuálními prostředky** jsou myšleny různé dopravníky, válečkové dráhy, skluzy a jiné stacionární zařízení umožňující přesun zboží. Nevýhodou tohoto typu přepravy je právě jejich stacionární umístění, které má své uplatnění v jiných oborech.[7]

Pro potřeby práce jsou dále rozvedeny nekontinuální dopravní prostředky, které budou využívány převážně.

**Nekontinuální dopravní prostředky** pracují přerušovaně při libovolném směru pohybu. Jedná se např. o zdvihací zařízení, regálové a pozemní dopravní prostředky. Tyto zařízení jsou většinou mobilní a zajišťují vysokou míru flexibility.[7]

Mezi regálové dopravní prostředky lze zařadit retraky (obr. 13), systémové vozíky (obr. 14), radioshuttly (obr. 15) a to s obsluhou, nebo bez obsluhy. Dopravní prostředky jezdí volně v uličkách mezi regály, nebo usměrněně v kolejnicích. Díky vysoké automatizaci a malé půdorysné ploše spočívá jejich výhoda ve vysokém využití půdorysné plochy. [7]





Obr. 13: Retrak [16]



Obr. 14: Systémový vozík [16]



Obr. 15: Radioshuttle [16]

Pozemní dopravní prostředky jsou pravděpodobně nejčastěji využívaným prostředkem k manipulaci s materiálem. To je dáno všesměrovým působením a vysokou flexibilitou při pohybu. Řadíme sem vlečené vozíky (tahače), vysokozdvizné a paletové vozíky. Vlečné vozíky přenášejí jen tažnou sílu a v kombinaci s několika připojenými vozíky (jinak také podvozky či „vláčky“) slouží k zajištění interní okružní dopravy (viz. kapitola 2.5, obr. 11). Vysokozdvizné vozíky (obr. 16) se dělí dále dle pohonu na elektrické, dieselové či plynové. Všechny mají předsazené těžiště z důvodu vysokého zatížení vidlí vozíku a slouží pro převoz, nakládku a vykládku rozměrných a těžkých obalů s díly. [4][10]



Obr. 16: Vysokozdvizný čelní vozík Linde H40 [15]

## 4. Výrobní logistika

Úkolem logistiky není jen zajištění manipulace a skladování, ale také plánování výroby. Při té by měly platit tyto všeobecné cíle: [7]

- Optimální materiálové toky,
- příznivé pracovní podmínky,
- dostatečné vytížení ploch a prostorů,
- vysoká flexibilita.

## 4.1 Cíle plánování

Optimalizace závodu je dlouhý a náročný proces, kde musí být zohledněno mnoho faktorů. Při sestavování cílů jsou děleny na kvantifikovatelné a nekvantifikovatelné. [7]

Nekvantifikovatelné cíle se dají shrnout do několika bodů: [7]

- Přehlednost výroby i jednotlivých pracovišť (pro snadnou identifikaci poruch),
- vysoká pružnost (snadné navýšení odvolávek s minimálními náklady),
- přímý materiálový tok (materiálové toky bez křížení pro přehlednou výrobu a zkrácení průběžné doby),
- respektování ergonomie a bezpečnosti pracoviště.

Mezi kvantifikovatelné patří vyčíslitelné nákladové úspory (dopravní náklady, náklady na plochy). [7]

## 4.2 Plánování layoutu

Při plánování layoutu je nutné se držet zadaných omezujících faktorů a k možnosti posouzení nejvýhodnější varianty layoutu zpracovat několik návrhů.

Pro plánování layoutu jsou potřeba údaje o požadované nosnosti podlahy, disponibilní výšce haly, limitech prostředí či nároky na zásobování plyny a odvozem odpadu.

Plošné nároky na vytvoření layoutu vychází hlavně z nároků na instalaci jednotlivých zařízení. Ty potřebují kolem sebe skladovací a dopravní plochy, které jsou ovlivněny jak typem výroby, tak manipulační technikou.

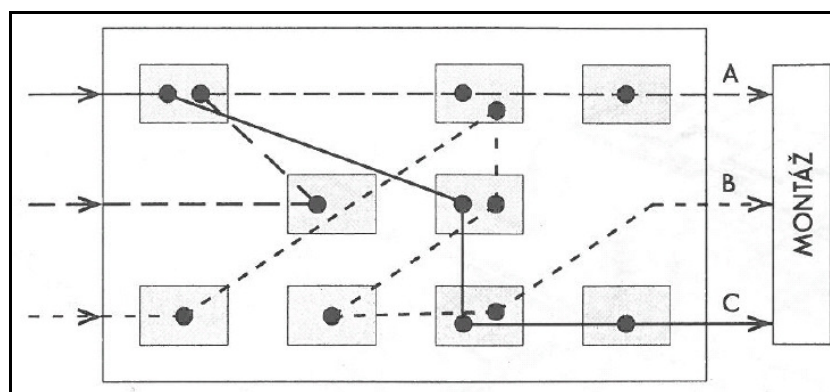
Kolem výrobní stanice se většinou nachází vstupní materiál, obsluha zařízení (manuální nebo strojní) a dopravní cesty. Velikosti dílčích ploch závisí na typu výroby, taktu, obalu, odvolávce, použité manipulační technice atd. Další částí zabírající plochy jsou sociální zázemí, šatny apod. V souladu s tím ale musí být použita současná právní legislativa, která píše o šířce dopravních cest, únikových východech, požárních plochách atd. [7]

### 4.3 Uspořádání pracovišť

Uspořádání pracovišť ve výrobě může být:

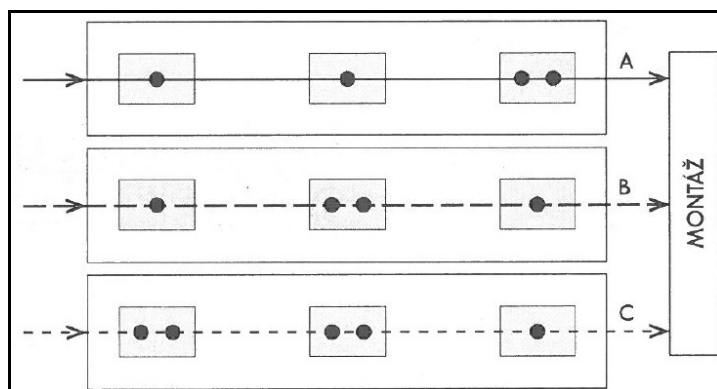
- a) Technologické,
- b) předmětné,
- c) výrobní buňka.

Technologickým uspořádáním pracovišť (obr. 17) jsou pracoviště se stejným nebo podobným technologickým charakterem. Změna produktu znamená jen změnu mezioperační manipulace. Výhodou je zaměnitelnost výrobních zařízení v případě poruchy a profesní soustředěnost. Nevýhodou je dlouhá dopravní vzdálenost a tudíž vyšší objemy rozpracované výroby, tedy i delší průběžné doby výroby. To se musí jednoznačně projevit i v nárocích na skladovací kapacity.



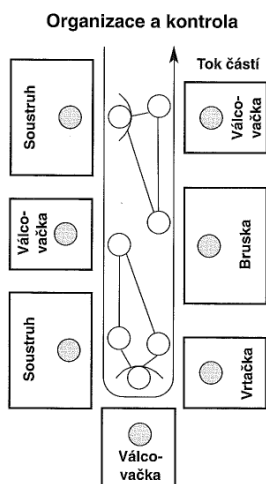
Obr. 17: Technologické uspořádání pracovišť [6]

Oproti tomu předmětné uspořádání (obr. 18) výroby respektuje technologii nutnou k výrobě jednoho druhu výrobku. Pracoviště jsou soustředěná např. k výrobní lince a základem pro fungování je mezioperační manipulace. Celý materiálový tok se jeví přehledně, jsou menší objemy rozpracovanosti, kratší průběžná doby a menší sklady. Systém je náročný na zaměnitelnost i na plánování kapacit. Toto uspořádání se uplatňuje ve velkosériové výrobě, např. montážní linky automobilek.



Obr. 18: Předmětné uspořádání pracoviště [6]

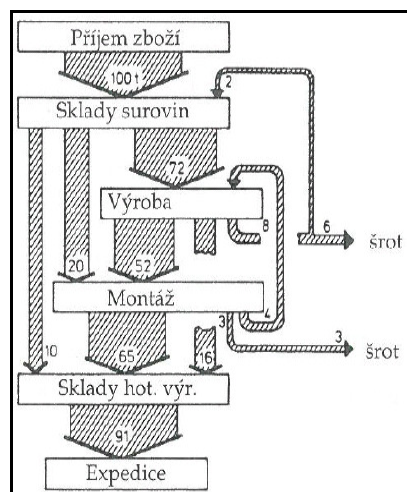
Uspořádání typu výrobní buňky se snaží kombinovat výhody obou zmíněných variant. Jedním z možných vzhledů je uspořádání do tvaru „U“ (viz. obr. 19). Výhody tohoto uspořádání plynou z efektivního pohybu personálu i materiálu a dobré komunikace. Výrobní buňka může mít také přímé uspořádání, tvar písmena „L“. Zvýšením či snížením odvolávky přidáme nebo ubereme pracovníky z buňky. [5]



Obr. 19: Uspořádání pracoviště do tvaru „U“ buňky [5]

#### 4.4 Sankeyův diagram

Slouží k zobrazení materiálových toků z jednotlivých pracovišť. Metodika digramu (obr. 20) je taková, že např. z hlediska objemu je na začátku převezeno 100% materiálu a to odpovídá hlavní toku. Poté je materiál odebírán jednotlivými pracovišti a z hlavní šipky „odtékají“ dílčí toky. [7]



Obr. 20: Ukázka Sankeyova diagramu [7]

## 5. Štíhlá logistika

Štíhlá logistika je jedním z trendů současné doby. Zeštíhlování obecně vede ke snižování nákladů a tato metodologie je zaváděna i do logistiky. Štíhlá logistika se řídí několika metodami, které při zavedení do praxe přináší úspory. Zmíněny jsou jen metody..

### 5.1 Just in Time (JIT)

Metodika Just in time (JIT) vznikla v Japonsku u firmy Toyota. Velmi rychle se však rozrostla mezi evropské a americké trhy a dnes je tato filozofie využívána ve stále větším množství firem. JIT uvolňuje materiál do procesu jen tehdy, je-li potřeba. Jsou tak značně redukovány zásoby, ve kterých se skrývají příčiny skutečných problémů. Tím se také uvolní plochy pro jiné využití, zkrátí se průběžná doba a zpřehlední se procesy.

Využití tohoto procesu je vázáno na spolehlivost dodavatele, 100% kvalitu materiálu, stabilní poptávku. Bez splnění těchto kritérií se na dodavatele nemůže zákazník spolehnout a při zavedení systému hrozí zastavení výroby. I přes tyto nevýhody je metodika využívána především při koncové montáži v automobilkách. [9]

### 5.2 Kanban

Metodika kanban vznikla také ve firmě Toyota. Jedná se o zavedení systému tahu do výroby. Mnoho procesů není možné navázat na sebe pomocí toku jednoho kusu. K tomu dochází zejména jsou-li rozdílné takty jednotlivých operací nebo je-li dodavatel vzdálen od zákazníka a nelze dodávat po jednom kusu. Pak je výhodné nasadit systém kanban.

Je-li na pracovišti odebrán díl (nebo celý obal) ze supermarketu, je pracovníkem umístěna do schránky informační karta označující spotřebovaný materiál. Materiál je posléze doplněn ze skladu na základě této karty. Odebráním materiálu ve skladu je generována objednávka pro dodavatele. Tomuto rozdělení se říká interní (v závodě) a externí (mezi odběratelem a dodavatelem) kanban. Sdělovací forma kanbanu nemusí fungovat jen na bázi jednotlivých karet, ale může být prováděna elektronicky skenováním čárových kódů (tzv. EDI objednávky). [12] [5]

### 5.3 Milk run

Milk run je myšlenka inspirována britským ranním rozvozem mléka. Pro rozvoz materiálu po závodě, ze skladu na místo spotřeby, je využíváno již zmíněného tahače s „vagónky“. Ten se řídí předem stanoveným jízdním řádem a objíždí jednotlivá pracoviště. Zároveň při zpáteční cestě sbírá prázdné obaly. Je tak na každé cestě vytižen. Jsou-li dobře nastaveny a vypočítány jízdní řady pro vláček, realizuje milk run podstatu kanbanu. Metodiky je využitelná jak interně v závodě, tak i mezi dodavatelem a zákazníkem. [1] [13]

### 5.4 Supermarket

Supermarkety (obr. 21) představují nový koncept skladování a jsou využívány k zavedení tahu ve výrobě. Tam, kde není možné vytvořit plynulý materiálový tok, lze supermarket považovat za takovou (minimální) zásobu, která zajistí nepřerušovaný provoz. Supermarket slouží jako zásoba mezi vstupním skladem a okružní dopravou stejně jako zásoba mezi výrobní buňkou a okružní dopravou. Z důvodu pohybu tahače jen po uličkách závodu je nutné supermarkety umístit velmi blízko dopravní cestě.



Obr. 21: Ukázka supermarketu ve výrobě [16]

## 6. Představení firmy

Firma Benteler je německá nadnárodní firma s pobočkami po celém světě. Zaměstnává 23 748 zaměstnanců a svých 170 poboček má ve 38 zemích světa (údaje z roku 2010). Firma se dělí na několik divizí: Automotive, Stahl/Rohr, Maschinenbau a Distribution. Divize Automotive, jako střed zájmu této práce se zabývá výrobou automobilových dílů. Jedná se zejména o podvozkové (Chassis) a strukturní (Structures) díly. Předmětem výroby 4 českých a jednoho slovenského závodů jsou výztuhy nárazníků, A-, B-sloupků, nápravy a nápravnice, rámy pro motocykly apod. Každý závod má své výrobní portfolio, které se s náběhy či výběhy jednotlivých projektů obnovuje. Z hlediska typu výroby se jedná o bodové nebo MIG svařování, závody v Rumburku, Chrastavě a Malackách disponují ještě lisovnou. Vlastní lakovnu mají závody v Chrastavě, Stráži n. Nisou a Rumburku.

**Z důvodu volného užití diplomové práce jsou veškeré technologie a projekty skryty. Firma se tak chrání před zneužitím k soukromým nebo firemním účelům.**

Závod Benteler Automotive Rumburk (dále jen BAR), o rozloze 20 200m<sup>2</sup> nabízí několik specifických parametrů:

- Největší závod Benteleru v ČR a SR,
- vysokokapacitní lisovna pro studené i teplé výlisky ve 2/3D,
- odmašťovací linka,
- sestava lisů pro ostřih dílů.

Výrobní hala je rozčleněna na 4 lodě, z nichž ve 2 jsou umístěny lisy a dráhy pro mostové jeřáby (vyšší světlá výška) – obr. 22. V nižší části je pak umístěna svařovna, lakovna a prostor pro expedici nelakovaných dílů. V části svařovny jsou instalovány „podesty“ (lokální nadzemní podlaží) vhodné ke skladování spotřebního materiálu či umístění drobné technologie. Toto patro je umístěno ve výšce zhruba 4m.



Obr. 22: Benteler Automotive Rumburk s.r.o – letecký snímek [16]



## 6.1 Lisovna

Lisovna je uspořádána pro manipulaci s těžkými břemeny pod jeřábovou dráhou.

Technologický přehled výrobních zařízení :

- 4 lisy pro lisování za studena,
- 2 lisy pro teplé tváření.

Studená lisovna se skládá z lisu Fagor o síle 1000 tun, který produkuje 2D plechy (tzv. platiny – obr. 23) o tloušťce do 4mm jako polotovary pro teplé i studené tváření v BAR. Vstupem pro tento lis je svitek plechu (obr. 24).

Dále se v závodě nachází 2 transferové lisy Fagor o síle 2900t a 3600t. Vstupním materiálem pro oba lisy jsou platiny, Fagor 2900 tun může navíc vyrábět i ze svitku plechu. Výstupem jsou za studena tvářené objemové výlisky.



Obr. 23: Ukázka platin výztuh A-sloupku, nárazníku, B- sloupku [16]



Obr. 24: Část skladu svitků v BAR [16]



Část teplého tváření je umístěna v zadní části haly, ve stejné lodi se studenými lisami. Jedná se o linky WFL4, WFL5 – Warmformlinien 4,5 oba o lisovací síle 800 tun. Vstupním materiálem jsou opět platiny a výstupem jsou teplé objemové výlisky. Díky zvětšení výrobního portfolia je k současnému teplému tváření naplánováno rozšíření o další 2 linky (WFL8 a 9).

Poslední technologií v lisovací části je tzv. linka HBL (Hartbeschnittlinien), tedy tvrdý ostříh. Tato linka se sestává ze 4 postupných lisů, mezi kterými materiál předávají roboty. HBL je využíván k ostříhu různých přídržovačů, otvorů a technologických lemů z teplého tváření, které nelze technologicky na WFL vyrobit (další alternativou pro zpracování po teplém tváření je ořezání laserem). Vstupem jsou za tepla tvářené výlisky a výstupem je stejný výlisek, ale již dle požadovaného výkresového stavu.

## **6.2 Svařovna**

Svařovna v BAR znamená 5 svařovacích linek a 7 svařovacích buněk. Budeme-li mluvit o produktech (A-sloupek, B- sloupek, nárazník, náprava, nápravnice apod.) vždy musíme mít na mysli, že se jedná o kovové díly a jsou jimi tedy myšleny výztuhy (ne plastové nárazníky jak je každý zná – nejedná se o pohledové díly). Všechny produkty jsou navíc děleny na mnoho variant a jeden produkt se dodává do více poboček jednoho zákazníka. Svařovací linky jsou: Z 2 postraní ramena, Z 2 zadní náprava, D1 přední nápravnice, D1 zadní nárazník, Z 3 zadní nárazník. Jednotlivé buňky jsou buď samostatné (Z 11, Z 5 B-sloupek, Z 5 A-sloupek, Z 4 A-sloupek) nebo mohou být kombinované díky otočným svařovacím paletám (Z 17 B-Sloupek / Z 12 B-sloupek, Z 5 kombi A- sloupek). Poslední možností jsou jednotlivá zařízení, které nejsou přímo svařovací buňkou, ale jsou to svařovací lisami pro např. navaření několika matic na díl (Z 14 olejová vana, Z 10 A- sloupek). Každý projekt je unikát a v rámci sledu výrobních operací prochází různě závodem. Z důvodu velkého objemu výroby bude na závod pohlíženo jak o na celek.

## **6.3 Lasery**

Laserování otvorů a lemů na vylisovaném plechovém dílu je alternativní metoda k tvrdému ostříhu. Vzhledem k pořizovacím nákladům na lisovací nástroje pro HBL je tato metoda ořezu volena mnohem častěji. BAR disponuje v současnosti 5 lasery. Tato zařízení pracují na principu 2 stolů, kdy na jednom stole je díl ořezáván a na druhém se díl vyjímá, resp. upíná. Vstupem pro lasery jsou vylisované díly z WFL.

## 7. Analýza současného stavu

Výroba ve firmě je charakteristická pro automobilový průmysl:

- Sériovost zakázek,
- zaručený odběr hotových výrobků,
- různá místa dodávek,
- nízké zásoby ,
- fungující principy vizualizace , 5S, pravidelného zásobování.

Jednotlivá výrobní zařízení pracují v taktu, s velkou opakovatelností. Systém zásobování jednotlivých pracovišť respektuje principy štíhlé výroby (díly v KLT obalech, výlisky u svařovacích stanic na principu 2 obalů, okružní doprava, skenování materiálu). Pro jednotlivé materiály jsou vyznačeny předepsané pozice i minimální a maximální počty skladovaných obalů. Vyskytují se nedostatky typu:

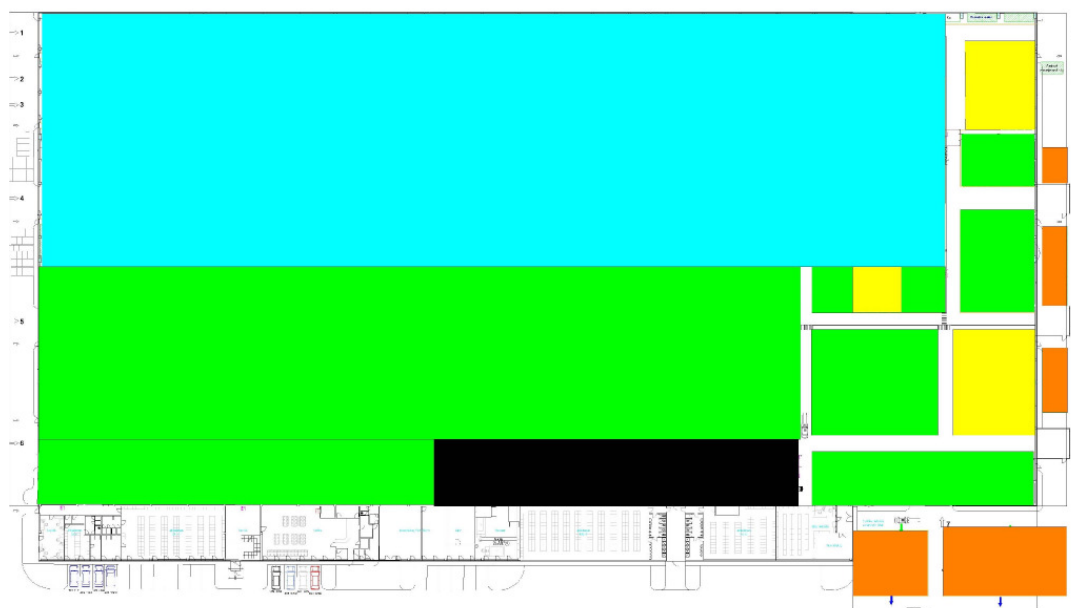
- Obaly v transportní cestě,
- čekání na materiál dovážený manipulantem (svařovna),
- nedodržování min/max hodnot,
- nerespektování předepsaného umístění pro daný materiál.

Podrobnější analýzou stavu je zjištěno, že vymezené plochy pro logistiku jsou nedostatečné a to především z těchto důvodů:

- Vyčlenění plochy pro nové projekty (nástroje, výrobky),
- uskladnění zvýšené lisovací dávky v reakci na plánovanou údržbu zařízení,
- zabránění log. ploch zařízeními přidávající hodnotu.

## 7.1 Layout závodu

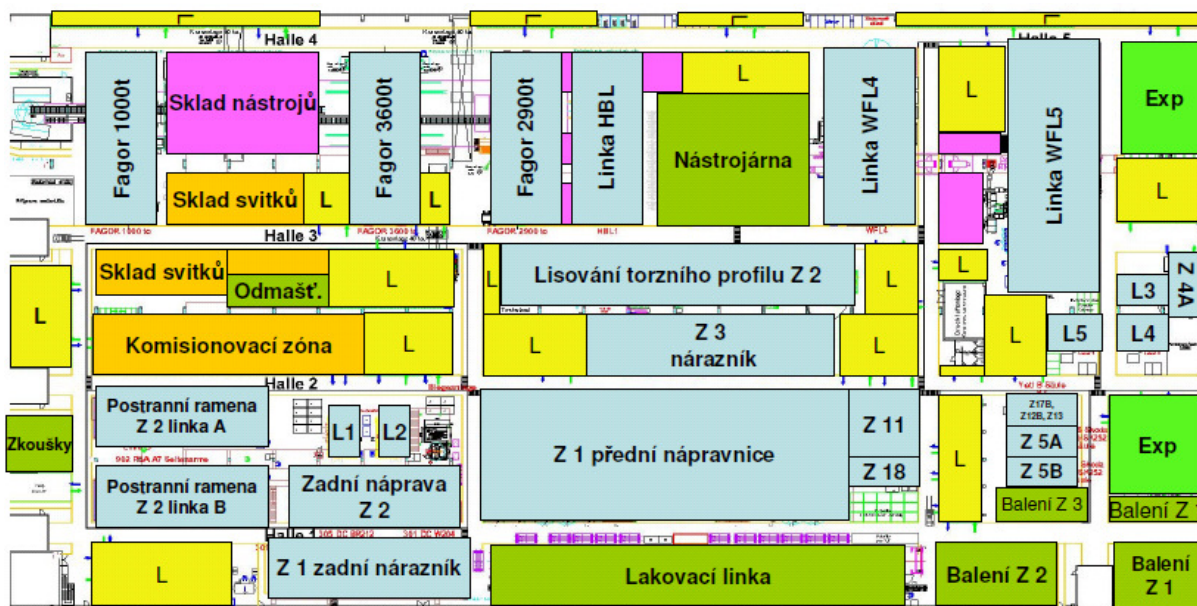
Jak již bylo zmíněno v kapitole 6, je hala členěna na několik lodí. Tyto lodě jsou výškově odsazeny (modrá a zelená část na obr. 25) z důvodu umístění jeřábové dráhy na lisovně. Na obr. 25 je základní layout, kde jsou vidět jednotlivé oddělené části výroby.



Obr. 25: Rozdělení výrobní haly v BAR [16]

V obrázku je **modrou barvou** označena lisovna a **zelenou barvou** svařovna a lasery. **Černou barvou** je znázorněna lakovací linka. **Žluté plochy** jsou expediční pro všechny nelakované výrobky a **oranžová plocha** značí expedici lakovaných výrobků z tohoto závodu (jsou umístěny venku pod přístřeškem). Vzhledem k mixu lakovaných a nelakovaných produktů byla plocha dostačující až do současného stavu. Jednotlivé obaly jsou v drtivé většině případů stohovány po 6 kusech na sebe.

Na dalším obrázku (č. 26) jsou jednotlivé plochy uvnitř haly rozkresleny detailněji, technologicko-logisticky uspořádané.



Obr. 26: Detailní rozdělení ploch v BAR [16]

Legenda k obrázku č. 26:

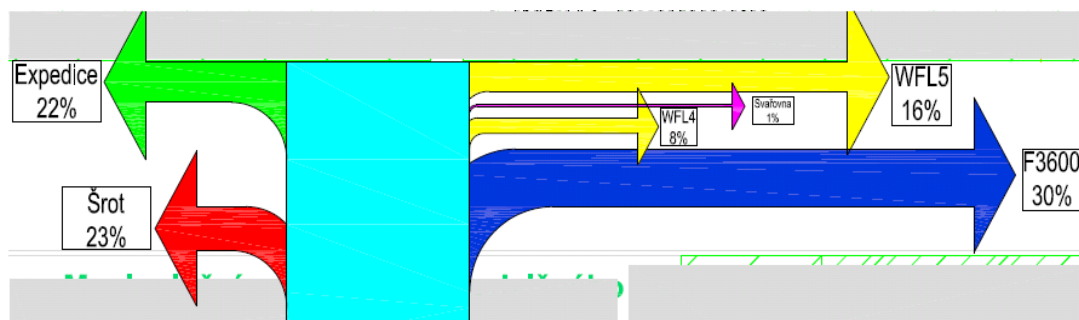
- **Světle modrou** barvou jsou znázorněny výrobní technologie, linky a jednotlivé výrobní jednotky (buňky),
- **tmavě zelenou** barvou jsou zobrazeny technologie podporující výrobu (lakovací linka, destrukční zkoušky, odmašťovací linka, nástrojárna, koncová kontrola a přebalení do zákaznických obalů),
- **růžovou barvu** mají plochy pro skladování lisovacích nástrojů,
- **oranžová barva** patří ke vstupnímu materiálu (nakupované díly jsou komisionovány a poté rozváženy „vláčkem“ pomocí kanban principu, svitky jsou skladovány chaoticky a poté postupně spotřebovávány lisy),
- **žlutou barvou** jsou znázorněny plochy pro rozpracovanost výroby,
- **světle zelenou** barvu mají plochy označené jako expedice (pro skladování hotových nelakovaných výrobků před odvozem k zákazníkovi).

## 7.2 Materiálové toky na lisovně

Materiálové toky respektují technologické uspořádání pracovišť ve výrobě. Na lisovně jsou lisy uspořádány dle svých možností a dle rozestavění v počátcích firmy. Každý nový projekt má svá specifika dané zákazníkem a z hlediska zpracovatelských technologií musí být požadavkům zákazníka vyhověno. Po vystříhnutí platiny lze materiál zpracovávat na lisech pro lisování za studena či za tepla. Část produkce je po teplém lisování laserována a část jde

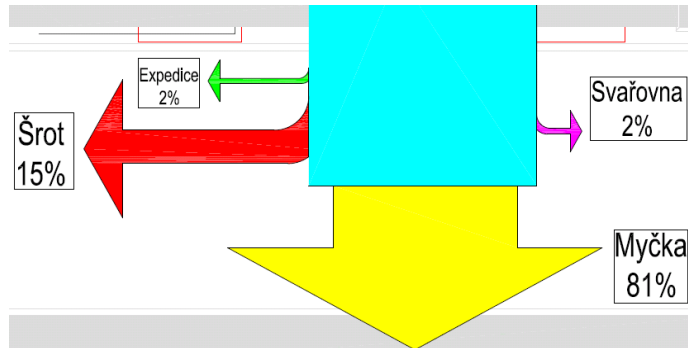
přes linku HBL. Pro lepší pochopení toků na lisovně jsou pro jednotlivé lisy zpracovány Sankeyovy diagramy.

Na obr. 27 je znázorněn Sankeyův digram, který se týká produkce z Fagoru 1000t. Ten lisuje 2D platiny, nebo nízkoprofilové tvarové výlisky za studena. Ze svítku je krokově vystřiháván výlisek. Světle modrá barva na obrázku znamená výstup lisu a jednotlivými šipkami jsou znázorněny toky na jednotlivá pracoviště. Směr šipky se shoduje se směrem odvozu materiálu.



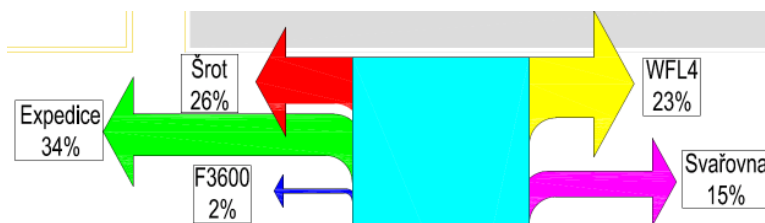
Obr. 27: Sankeyův digram pro Fagor 1000t

Na dalším obrázku jsou zobrazeny toky ze studených lisů Fagor 3600t (obr. 28). Z celkové produkce musí být 81% dílů umyto v myčce (odmašťovací lince) kvůli přimazávání dílů během výroby.



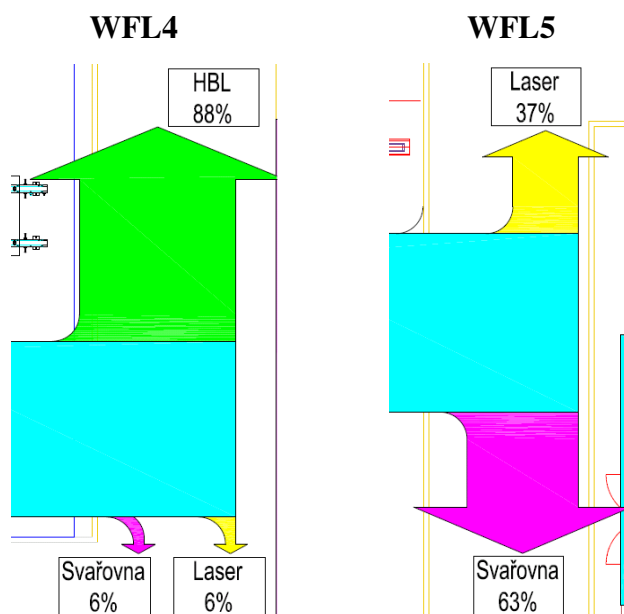
Obr. 28: Sankeyův digram pro Fagor 3600t

Na Fagoru 2900t je materiálový tok vyváženější (dle obr. 29). To je dáno jak možností stříhu platin, tak produkcí výlisků. 34% je expedováno a to především ve formě platin do Malack (SK).



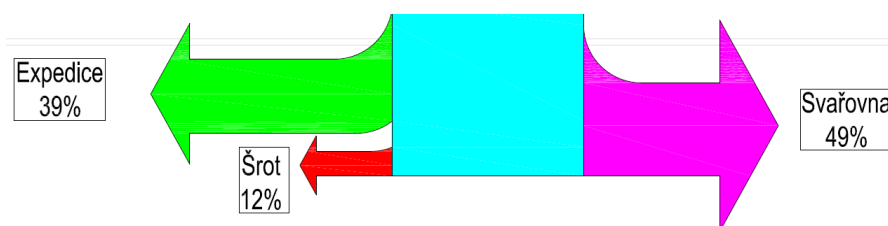
Obr. 29: Sankeyův digram pro Fagor 2900t

Teplé tvářecí linky si jsou konstrukčně velmi podobné. To umožňuje vyrábět jednotlivé díly na obou linkách. Procesy ve firmě jsou nastaveny tak, že následné zpracování z těchto linek je pro WFL4 na HBL a pro linku WFL5 na laserech. Přesné vytížení jednotlivých lisů je na obr. 30.



Obr. 30: Sankeyův digram teplé tváření

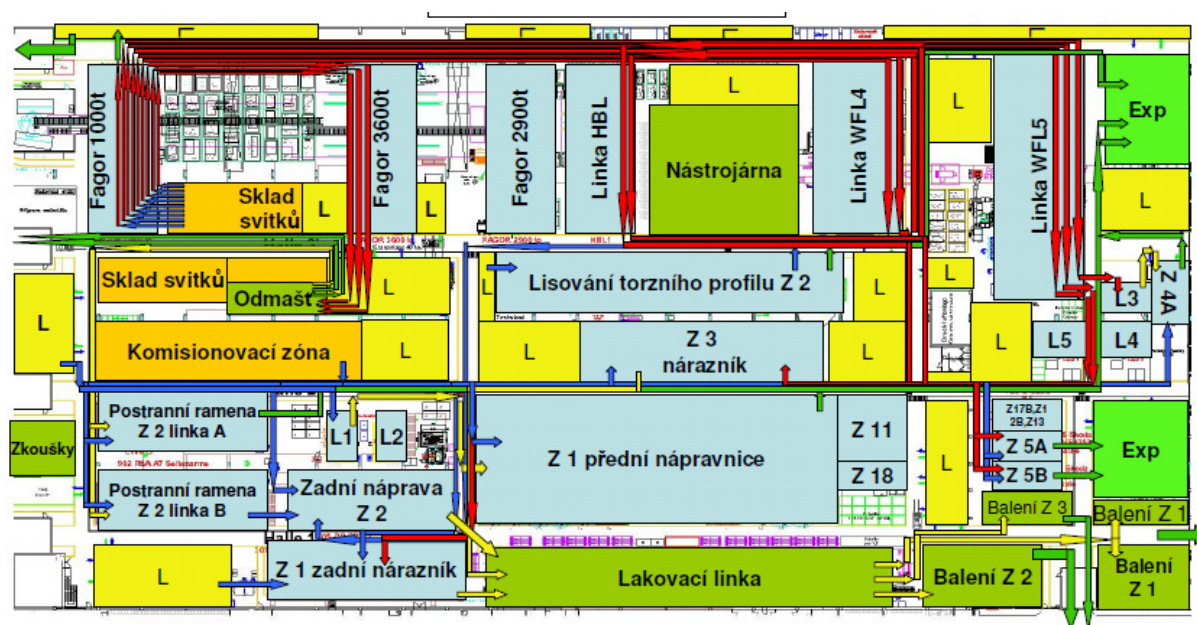
Na teplé lisování navazuje ostřih na lince HBL. Ta, jako poslední lisovací technologie produkuje buď již hotové výlisky k zákazníkům, nebo dodává polotovary na svařovnu k dalšímu zpracování. To je také vidět v diagramu na obr. 31.



Obr. 31: Sankeyův digram pro linku HBL

### 7.3 Celkový materiálový tok

Na celkovém materiálovém toku závodem (obr. 32) je zobrazeno 12 projektů, které tvoří 80% produkce v závodě. Toky jsou velmi komplikované, protože na svařovnu vstupuje vždy výlisek a nakupované díly. Jedná se o mix dílů k interní expedici (tvarové výlisky z Fagoru 3600), lakovaných a nelakovaných dílů.



Obr. 32: Materiálové toky pro 80% produkce v závodě [16]

Legenda k obrázku 32:

- **Modrou barvou** jsou zobrazeny vstupní materiály (nakupované díly, trubky)
- **červenou barvou** jsou zobrazeny již zpracované vstupní materiály (výlisky, vylišované trubky),
- **žlutá barva** značí rozpracovanost (např. mezi svařovnou a lakovnou),
- **zelená barva** označuje tok výrobků do expedice, kde je uskladněn pro odvoz k zákazníkům.

Jednotlivé šipky v obrázku 36 znamenají tok každého materiálu k výrobní technologii. U lisu Fagor 1000t je vidět, že téměř všechny projekty jsou stříhány ze svitku plechu. To znamená, že úzkým místem v závodě je tento lis, na kterém stojí zajištění dodávek dalším lisům.

## **7.4 Nedostatky shledané analýzou současného stavu**

Z analýzy vyplývají závěry které jsou shrnuty v následujících odstavcích:

### Nevhodná řešení na lisovně:

- Lisovna jako uzavřený blok (dopravní cesta jen u stěny výrobní haly),
- teplé tváření je příliš vzdáleno od míst dodávek na svařovnu i od výroby vstupního materiálu,
- linka HBL je vzdálena od svého „dodavatele“ WFL, navíc nesprávně otočena,
- umístění linky pro lisování torzního profilu a odmašťovací linky v lodi pod jeřábem ubírá prostor pro skladování nástrojů, event. svitků,
- lisovací dávky k odmaštění jsou skladovány pod jeřábovou dráhou.

### Nevhodná řešení na svařovně:

- Projekt Z 3 nárazník je vzdálen od lakovací linky (nelakovaný projekt v těsné blízkosti lakovací linky),
- expediční prostory v zadní části haly jsou pro nelakované projekty nevhodně umístěné, navíc v lodi pod jeřábem.



## 8. Požadavky na nové projekty

S rozšířením výroby je samozřejmě nutné instalovat i nová výrobní zařízení. Mimo jiné se z hlediska těch rozměrnějších jedná o 2 teplé lisovací linky. Ty budou rozměrově ještě delší než linky WFL4 a 5. Tyto linky mají stejné požadavky jako stávající (umístění pod jeřábovou dráhou, vstupy platiny, výstupy výlisky, nutná následná zpracovatelská technologie, produkce v dávkách apod.).

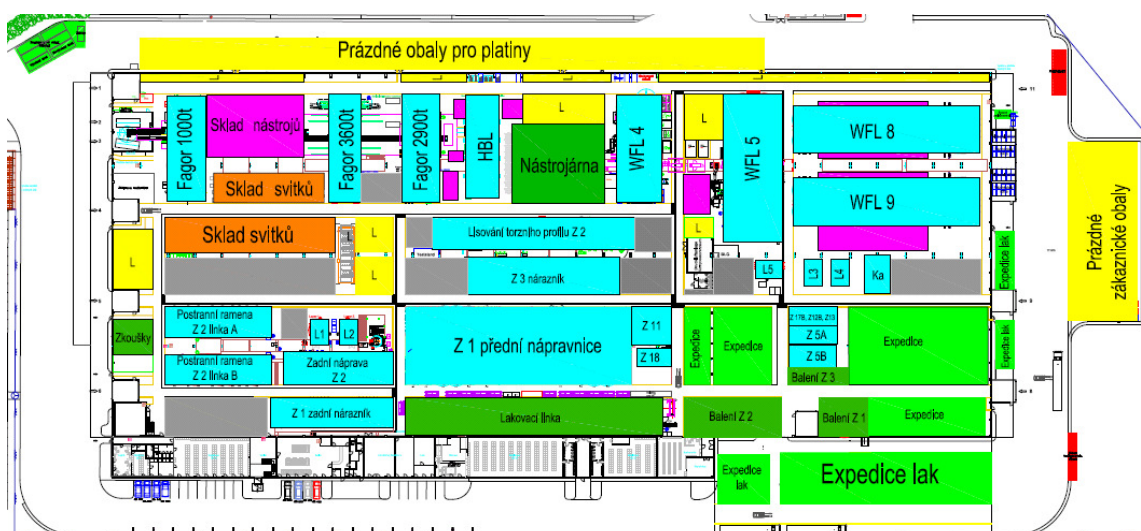
### 8.1 Prodloužení stávající haly

Management firmy se rozhodl k prodloužení stávající haly a umístění lisovacích linek do této části z těchto důvodů:

- Není nutná investice do nového mostového jeřábu,
- investice do vybudování nové nástrojárny,
- není nutné dimenzovat podlahu pro skladování nástrojů apod..

Rozšířením haly o 37,5 délkových metrů, tedy 3750m<sup>2</sup> je očekáváno rozšíření kapacit jak ve výrobní části, tak zvětšení a ucelení expediční plochy pro lakované i nelakované produkty (obr. 33). Do rozšířené části, která bude doplněna o prodloužení jeřábové dráhy budou umístěny linky WFL8 (přelom roku 2011/2012) a WFL9 (2012). Ploch kolem nich bude využito k rozšíření části pro skladování nástrojů. Výstupy linek budou umístěny směrem ke konci výrobní haly, aby byl zachován správný tok materiálu. Vizí vedení firmy je odvoz lisovacích dávek produkovaných nejen těmito lisy a odvážen je do nové haly.

U výstupu linek je plánován „krček“, který bude sloužit jako buffer pro plné/prázdné obaly. z vnější části bude materiál odvážen/přivážen vysokozdvížným čelním vozíkem.



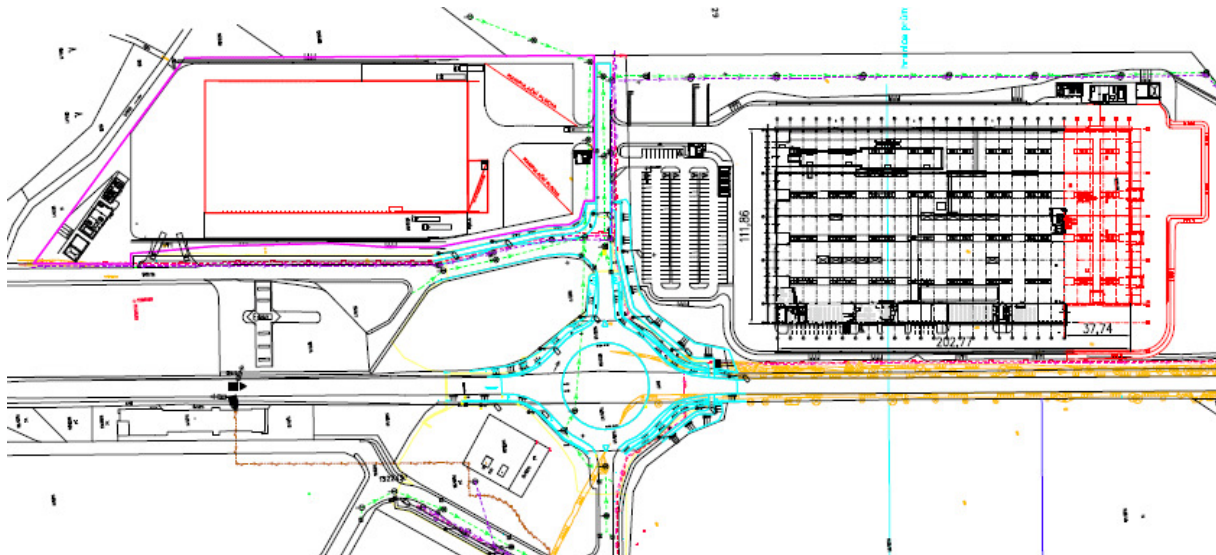
Obr. 33: Vzhled závodu po prodloužení výrobní haly [16]

## 8.2 Omezující faktory pro novou halu

V rámci plánování nové haly bylo provedeno s managementem firmy několik workshopů na téma vnější dopravní obslužnosti haly, stavební situaci, trasy kamionů apod.

Z těchto workshopů vnikly požadavky managementu, které je nutné v diplomové práci respektovat:

- Zachování přímé dopravní cesty pro zavážení materiálu do staré haly „vláčkem“,
- vjezd a výjezd do areálu dle obrázku 34,
- v horní části pozemku umístěna expedice,
- ve spodní části pozemku příjem zboží od dodavatelů,
- příjem i expedice umístěny v „tunelech“ s vraty na obou čelech z důvodu povětrnostní situace,
- v expedičním „tunelu“ 2 jízdní pruhy pro možnost objet kamion,
- technické plyny, chlazení a odpady umístěny na pozemku mimo novou halu,
- administrativní budova umístěna vně haly, dle obrázku 38,
- kompresorovna umístěna na střeše haly,
- jednotlivá projekty vhodné pro přesun musí končit své zpracování v nové hale a budou expedovány z nové haly,
- expedice do daného umístění zákazníka bude z jednoho místa (kamion nebude přejíždět aby doložil nakládku),
- rezervace plochy pro logistiku v nové hale cca 4000m<sup>2</sup>,
- logistické sklady v regálu z důvodu využití světlé výšky haly (cca 11m pod vazník).



Obr. 34: Vzájemná situace umístění staré a nové haly [16]

Na obrázku 34 je ukávka situace v pohledu dle katastrálního plánu. Uprostřed obrázku je veřejná komunikace, resp. kruhový objezd, přes který musí najíždět všechny kamiony. V pravé části je stará hala, a přes komunikaci se nachází nově zakoupený pozemek pro stavbu nové haly (violetově barvou). Na novém pozemku je červenou barvou zakresleno rozmístění nové haly včetně administrativní budovy.

### 8.3 Shrnutí cílů

Tato kapitola je zde zařazena pro sumarizaci zatím ne zcela jasně definovaných cílů. Ty slouží jako výchozí stav pro zpracování jednotlivých variant jak nové, tak návrhu optimalizace staré haly.

Nová zařízení:

- 2x teplá tvářecí linka (umístěna ve staré hale, umístění již dáno),
- 15x laser (95m<sup>2</sup> jedno zařízení včetně logistiky na pracovišti, tzn. 1425m<sup>2</sup>),
- 4x zařízení pro „patchování“ (bodování) platin (určeno dále k expedici do Malacek, Chrastavy),
- 4x BTC (svařovací buňka),
- 6x ruční svařovací lis (zatím umístění ve staré hale- do série před výstavbou),
- 2x 3BSC pro „patchování“ (bodování) platin.

Nové nástroje:

- 50ks pro Fagor 1000t (cca 250m<sup>2</sup>, musí zůstat ve staré hale)
- 4ks pro Fagor 3600t (cca 24m<sup>2</sup>, musí zůstat ve staré hale)
- 24ks pro WFL (cca 120m<sup>2</sup>, musí zůstat ve staré hale)

Logistické nároky:

Nároky na plochy jsou vyjádřeny v počtech obalů dle lisovacích dávek a produkce.

Následující tabulka ukazuje potřebné obaly k uskladnění z nových projektů:

Tabulka č.2: Počty obalů pro nové projekty

Zařízení	Počet [ks]	Typ obalu
Odmašťovací linka	75	bason
WFL	370	bult
Fagor 1000t	81	platinový obal

## 9. Řešení projektu

Jedním z prvních kroků při řešení diplomové práce je identifikace zařízení a ploch vhodných k přesunu do nové haly. Při respektování pravidel stanovených managementem byly vybrány vhodné plochy. Při jejichž stanovení bylo postupováno od vstupních materiálů přes rozpracovanost až k expedici.

### 9.1 Stanovení zařízení/projektů vhodných pro přesun

Zařízení/ projekt je vhodné přesunout, splňuje-li tato kritéria:

Pro zařízení:

- Jedná se o „čisté“ bodové jednoduché svařování,
- váže na sebe velký objem materiálu,
- nepracuje dávkově.

Pro projekty:

- Není vázán na další svařování ve „staré“ hale,
- není lakovaný,
- nejsou ostatní projekty stejného zákazníka expedovány ze „staré“ haly.

### **9.1.1 Vstupní materiál a rozpracovanost**

Největší podíl plochy, která je vhodná k přesunu je komisionovací zóna. Zde je materiál od dodavatele uskladněn v dávkách na 2-5 dní. Tato dávka je pak spotřebovávána na svařovně. Zásoby jsou v obalech typu heson (1200x1200mm). Z těch je následně obsah přebalen do malých obalů KLT 4147 nebo KLT 6280 a umístěn do příslušného kanálu supermarketu pro okružní dopravu. Okružní doprava bude fungovat i mezi jednotlivými halami, je tak potenciál k uvolnění cca 600m<sup>2</sup> plochy.

Dalším materiálem k zaskladnění v regálech nové haly jsou vstupy do lisu pro torzní profil (trubky) a lisovací dávky mezi lisovnou, svařovnou (lasery) jednotlivých projektů.

### **9.1.2 Projekty pro přesun**

Umístěním technologie řezání laserem do nové haly lze uvolnit kapacity na laserech instalovaných ve stávající hale. Jedná se o projekty, jejichž poslední technologie je řezání laserem:

- Z 22 (běží v sériové produkci),
- Z 32 A-sloupek, Z 29 A-sloupek, Z 29 B-sloupek,
- vstupní laserované trubky pro projekt Z 1 nápravnice příčná a podélná.

### **9.1.3 Zařízení pro přesun**

Nejvhodnějším, a v současnosti jediným zařízením pro přesun je bodování defoelementů pro projekt Z 1 zadní nárazník. Zařízení je specifické tím, že má 48 druhů vstupních materiálů a 24 expedovaných typů defoelementů zpracovávaných dále v závodě. Nárazník Z 3 boduje své defoelementy nad sebou na podestě a nezabírá tak žádnou výrobní plochu.

## 9.2 Počet skladových míst

Vzhledem k předpokládanému uskladnění lisovacích dávek v regálu v nové hale je nutné vypočítat z produkce počty obalů. Tyto obaly jsou standardizovány a je jich používáno jako interních obalů pro rozpracovanost. Jedná se o 3 základní obaly. Jeden rozměr obalu je 1200mm, proto je dán parametr k vyhledání vhodného regálu. Obal je z kovového plechu.

Pro jednotlivé projekty byly spočítány počty obalů produkováných koncovým zařízením pracujícím v dávkové výrobě.

Tabulka č.3: **Odmašťovací linka**

Produkt	Obaly/dávka	Obal	Status
Z 2 spodní šála	38	Bason	běží
Z 2 horní šála	26	Bason	běží
Z 14 olejová vana	28	Zák. obal	běží
Z 19 držák levý	2	Heson	běží
Z 19 držák pravý	2	Heson	běží
Z 6 spodní rameno levé	20	Bason	běží
Z 6 spodní rameno pravé	20	Bason	běží
Z 6 horní rameno levé	10	Bason	běží
Z 6 horní rameno pravé	10	Bason	běží
Z 7 horní šála	69	Bason	běží
Z 8 horní šála	64	Heson	běží
Z 1 nápravnice příčná trubka	54	Bason	běží
Z 1 nápravnice podélná trubka	50	Bason	běží
Z 27 spodní šála levá	2	Gitterbox	běží
Z 27 spodní šála pravá	2	Gitterbox	běží
Z 27 horní šála levá	2	Gitterbox	běží
Z 27 horní šála pravá	2	Gitterbox	běží
Z 28 torzní profil	16	Bason	2012
Z 28 rameno	25	Bason	2012
Z 32 spodní šála	17	Bason	2012
Z 32 horní šála	17	Bason	2012

V tabulce č.2 jsou zaneseny lisovací dávky (v tomto případě z odmašťovací linky), které byly stanoveny v kapitole 9.1.1 a 9.1.2. jako vhodné pro přesun. Jedná se o díly, které jsou odváženy umyté do závodu ve Stráži a Chrastavě, mimo produktu Z 1 nápravnice příčná a podélná trubka. Ty jsou spotřebovávány na svařovně v BAR jako vstupy do Z 1 nápravnice.

**Zelenou barvou** jsou znázorněny produkty již běžící v sériové produkci a **žlutě** nové projekty s počátkem výroby v roce 2012.

Tabulka č.4: **Transferové lisy (Fagor 2900t + 3600t)**

Produkt	Obaly/dávka	Obal	Status
Z 13 nárazník	32	heson	běží
Z 19 V-profil	3	L111925	běží
Z 17 spodní tvar	16	heson	běží
Z 17 horní tvar	22	heson	běží
Z 17 držák 2 horní	12	KLT 4147	běží
Z 17držák 2 spodní	2	KLT 4147	běží
Z 3 plech	8	Zák.obal	běží

Z transferových lisů jsou dávky v tabulce č. 3. Zde se jedná o mix produktů spotřebovávaných na svařovně a expedovaných do Chrastavy.

Tabulka č.5: **HBL (Hartbeschnittlinien)**

Produkt	Obaly/dávka	Obal	Status
Z 5 B-sloupek	70	bason	běží
Z 5 A-sloupek	12	thyssen	běží
Z 18 A-sloupek, B-sloupek	14	bason	běží
Z 19 pipe tower	10	L7102	běží
Z 11 A-sloupek	30	bason	běží
Z 11 práh	30	bason	běží

V tabulce č. 4 se jedná opět o mix pro vlastní spotřebu a interní expedici (Chrastava). Zbytek produkce tohoto lisu je expedován ze staré haly, protože se jedná o hotové zákaznické výrobky.

Největším producentem obalů jsou, včetně nových projektů, 4 teplé tvářecí linky. V tabulce č. 5 je přehled všech projektů, které jsou a budou těmito lisy produkovány. Část produkce opět zůstává v hale kvůli zpracování na HBL.

Tabulka č.6: **Teplé tvářecí linky (WFL4,5,8,9)**

Produkt	Obaly/dávka	Obal	Status
Z 3 příčník	31	bason	běží
Z 16 A-sloupek	6	thyssen	běží
Z 4 A-sloupek vnitřní	52	bason	běží
Z 4 A-sloupek vnější	52	bason	běží
Z 22 tunel	14	bason	běží
Z 12 A-sloupek	24	bason	běží
Z 12 B-sloupek	94	bason	běží
Z 1 příčník	27	bason	běží
Z 29 A-sloupek	29	bason	běží
Z 29 B-sloupek	23	bason	běží
Z 30 A-sloupek horní L+P	28	bult	2012
Z 30 B-sloupek L+P	96	bult	2012
Z 30 A-sloupek spodní L+P	32	bult	2012
Z 30 A-sloupek spodní vnitřní L+P	32	bult	2012
Z 32 podélník 2 přední L+P	20	bult	2012/13
Z 32 podlážka spodní	10	bult	2012/13
Z 32 podlážka horní	10	bult	2012/13
Z 32 tunel	13	bult	2012/13
Z 32 práh L+P	38	bult	2012/13
Z 32 podlaha zadní	10	bult	2012/13
Z 32 podélník kola L+P	38	bult	2012/13
Z 32 patní plech	10	bult	2012/13
Z 31 tunel	20	bult	2012
Z 32 A-sloupek	13	bult	2013

U lisu Fagor 1000t je z hlediska produkce situace komplikovanější. Jednak vyrábí tvarové výlisky, které jsou spotřebovávány interně v BAR nebo v Chrastavě. Tyto shrnuty v tabulce č.7:

Tabulka č.7: **Fagor 1000t (jen tvarové výlisky)**

Produkt	Obaly/dávka	Obal	Status
Z 13 krycí plech	6	heson	běží
Z 1 krycí plech	8	bason	běží
Z 20 výztuha dveří L+P	12	heson	běží
Z 20 zavírací desky	24	heson	běží
Z 33 držák okna	16	heson	běží
Z 4 držák okna	8	heson	běží

Hlavní produkt vyráběný na Fagoru 1000t jsou platiny. Ty jsou opět expedovány do dalších lisoven. V tabulce č. 8 jsou rozepsány jednotlivé platiny, zeleně běžící a žlutě nové. Každá platina má svůj speciální obal. Tyto plné obaly není výhodné skladovat v regálu (hmotnost platinového obalu cca 2500kg), ale na ploše podle řádkového skladování.



Tabulka č.8: **Fagor 1000t (jen platiny)**

Produkt	Obaly/dávka	Obal	Status
Platina Z 18 přední nárazník	13	speciál obal 1	běží
Platina Z 18 zadní nárazník	7	speciál obal 2	běží
Platina Z 14	9	speciál obal 3	běží
Platina Z 14 náhr.	1	speciál obal 4	běží
Platina Z 24 náhr.	1	speciál obal 5	běží
Platina Z 24	1	speciál obal 6	běží
Platina Z 1 X-výztuha pravá	1	speciál obal 7	běží
Platina Z 1 X-výztuha levá	3	speciál obal 8	běží
Platina Z 15 nárazník e.	5	speciál obal 9	běží
Platina Z 15 nárazník a.	4	speciál obal 10	běží
Platina Z 33 výztuha B-sloupku	4	speciál obal 11	běží
Platina Z 4 B-sloupek levý	10	speciál obal 12	běží
Platina Z 4 B-sloupek pravý	10	speciál obal 13	běží
Platina Z 4 výztuha B-sloupku	3	speciál obal 14	běží
Platina Z 33 B-sloupek levý	8	speciál obal 15	běží
Platina Z 33 B-sloupek pravý	8	speciál obal 16	běží
Platina Z 21 A-sloupek	4	speciál obal 17	běží
Platina Z 17 přední nárazník	7	speciál obal 18	běží
Platina Z 11 A-sloupek	4	speciál obal 19	2011/12
Platina Z 11 výztuha A-sloupku	4	speciál obal 20	2011/12
Platina Z 11 B-sloupek	12	speciál obal 21	2011/12
Platina Z 11 výztuha B-sloupku pravá	2	speciál obal 22	2011/12
Platina Z 11 výztuha B-sloupku levá	3	speciál obal 23	2011/12
Platina Z 11 výztuha předních dveří	4	speciál obal 24	2011/12
Platina Z 11 výztuha zadních dveří	2	speciál obal 25	2011/12
Platina Z 28 B-sloupek	15	speciál obal 26	2012
Platina Z 28 podlaha	5	speciál obal 27	2012
Platina Z 33 zadní nárazník	1	speciál obal 28	2012
Platina Z 34 výztuha dveří	15	speciál obal 29	2012
Platina Z 23 plech	1	speciál obal 30	2012
Platina Z 23 B-sloupek L+P	2	speciál obal 31	2012
Platina Z 23 A-sloupek L+P	8	speciál obal 32	2012
Platina Z 23 Z-výztuha	3	speciál obal 33	2012

Pro dimenzování regálu bylo stanoveno, že regálová pozice např. pro thyssen (rozměry 2x1,2x1m) nebo bason bude využitelná i jako pozice pro dvojici hesonů. Sloupec pro skladování obalů v místě sloupu haly bude také využito pro zaskladnění hesonů.

Pro regál je dále vypočteno 60% kapacity z lisovacích dávek a to z toho důvodu, že jde o uskladnění stále vyrábějící výroby. Ta je průběžně spotřebovávána. Další dávka se začíná lisovat při zůstatku ve skladu na 1 den. Dávky jsou týdenní, tedy na 5 dní. Z této hodnoty je vzata polovina = 3 dny z 5 jsou 60%. Tato hodnota byla stanovena na základě expertního odhadu konzultanta.

Regál bude obsluhován zakladačem odpovídající tonáže i maximální pracovní výšky (10,5m). Šíře uličky pro tento zakladač je stanovena na 1600mm.

Celkový počet skladových pozic regálu (po přepočtu na 60%):

- 270 pozic pro odmašťovací linku,
- 30 pozic za Fagoru 2900 a 3600t,
- 433 pozic z teplých linek,
- 100 pozic z HBL,
- 25 pozic z Fagoru 1000t.

Skladové pozice na ploše (řádkové skladování na podlaze)- viz. tabulka č. 7:

- Uskladnění platin k expedici znamená 180 obalů,
- každý obal o hmotnosti 2500kg (nevhodné ke skladování v regálu),
- 33 různých projektů (různé platinové obaly),
- každý projekt musí mít svůj kanál (své umístění),
- rozměry platinového obalu 2,0 x 1,2 x 0,75m.

Celkem je tedy potřeba 858 skladových míst v regálu. Při faktoru stohovatelnosti pro platinové obaly 5 je potřeba 49 pozic na podlaze haly a 33 kanálů skladu. Tedy 118m<sup>2</sup> čisté skladové plochy.

## **10. Vlastní návrh nové haly**

Logisticko-výrobní hala bude stát naproti hale stávající. Firma Benteler je vlastníkem pozemku a všechny transporty budou probíhat v soukromém firemním areálu. Na pozemku je plánována hala o ploše 12000m<sup>2</sup>. Z toho 4000m<sup>2</sup> jsou rezervovány pro logistickou část.

Rozteč mezi sloupy haly je předepsána na 7,5m a mezi jednotlivými loděmi haly na 25m.

## 10.1 Zpracování variant návrhů vnitřního layoutu

Pro výběr ideální varianty rozmístění ploch v nové hale jsou zpracovány 3 varianty layoutu nové haly. Základními kritérii pro jejich sestavení bylo:

- 1) Uskutečnitelnost jejich provedení (žádná varianta není zpracována tak, že by podle ní provoz nefungoval),
- 2) jednotlivá zařízení, množství obalů, velikosti skladů sestaveny jako „bloky“, se kterými je dále pracováno (není tudíž možné zmenšit uměle skladovou plochu nebo velikost zařízení dle „práve navržených dispozic“),
- 3) u jednotlivé položky jsou zohledněny specifické požadavky a nároky, např. na šířku uličky – pro skladování platin je nutný vysokozdvizný čelní vozík s potřebnou šířkou uličky 6m, u zařízení manipulace s el. paletovým vozíkem – potřeba 4m, apod.,
- 4) počet vjezdů do haly („krčky“; ty slouží k vyrovnání teplot mezi jednotlivými vraty – nedochází k průvanu v hale; nebo jednotlivých samostatných vrat) musí zůstat zachovány,
- 5) potřeby pro dílčí skladové plochy dle požadavků jednotlivých oddělení firmy:
  - kvalita: umístění blokovacího skladu velikosti 110m<sup>2</sup>,
  - logistika/výroba: vymezení plochy pro expedované platiny ze staré haly, i pro zbodované platiny k expedici z nové haly + vstupní materiál (nezbodované platiny),
  - příjem materiálu: komisionovací zóna velikosti 275m<sup>2</sup>  
plocha k nakládání materiálu pro zásobování staré haly 160m<sup>2</sup>,
  - odbyt materiálu: plocha pro prázdné zákaznické obaly zastřešená velikosti cca 270m<sup>2</sup>,
  - údržba: umístění 2 ks trafostanic ve výrobní části.

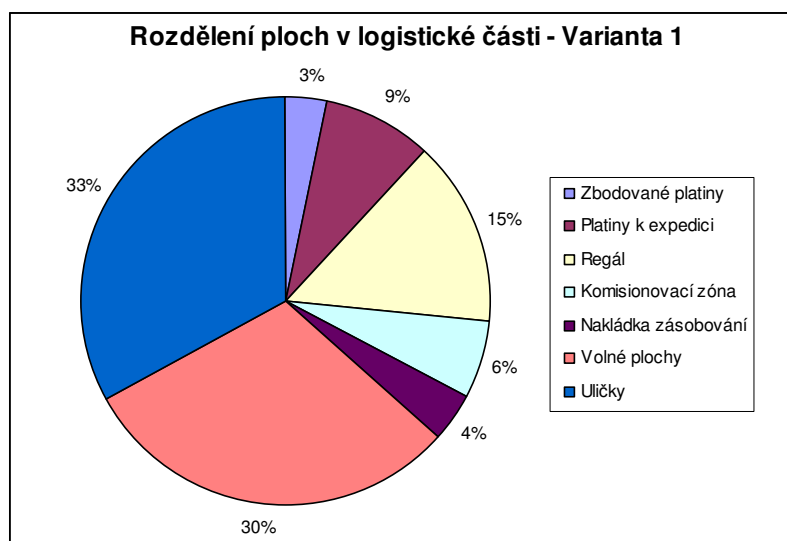
### 10.1.1 Varianta 1

V první vypracované variantě jsou respektovány všechny zadané požadavky. Jak je vidět z obr. 37, jsou splněny jak požadavky managementu, jednotlivých oddělení, tak i počty umisťovaných technologií. V předu haly, za administrativní budovou, se nachází logistická část o velikosti 4401m<sup>2</sup> (respektováno členění sloupy haly).

V této jsou plochy členěny takto:

- 144m<sup>2</sup> na zbodované platiny,
- 376m<sup>2</sup> na platiny určené přímo k expedici,
- 655m<sup>2</sup> regál na rozpracovanost,
- 160m<sup>2</sup> plocha pro nakládku zásobování staré haly,
- 273m<sup>2</sup> komisionovací zóna,
- 1341m<sup>2</sup> volné plochy pro logistiku.

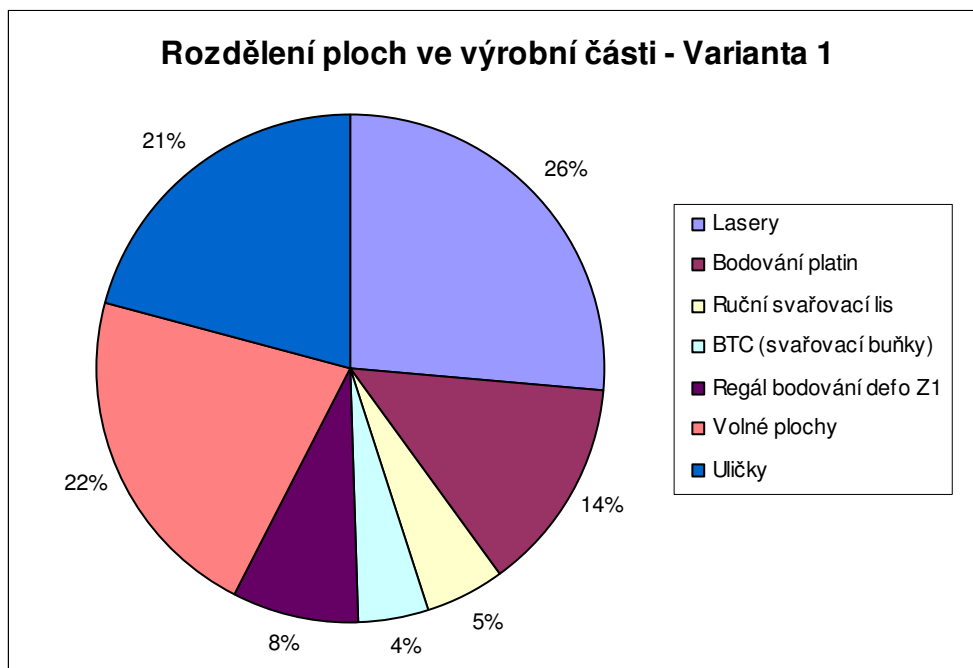
Přesné rozdělení ploch je v obrázku 35.



Obr. 35: Plochy v logistické části – varianta 1

Celková plocha výrobní části je pak 6676m<sup>2</sup> (doplněk k logistice). Zde zabírají jednotlivé plochy:

- 1765m<sup>2</sup> lasery,
- 911m<sup>2</sup> zařízení na bodování platin,
- 336m<sup>2</sup> ruční svařovací lisy,
- 283m<sup>2</sup> BTC (svařovací buňky),
- 545m<sup>2</sup> regál pro bodování defoelementů pro projekt Z 1 zadní nárazník,
- 1443m<sup>2</sup> volné plochy pro výrobu.



Obr. 36: Plochy ve výrobní části – varianta 1

#### Hlavní výhody varianty 1:

- Ucelené volné plochy k využití a to jak v logistické, tak ve výrobní části,
- krátké trasy pro „vláček“/kamion závážející novou halu lisovacími dávkami,
- komisionovací zóna i regál (přímo zásobující starou halu materiálem) v prostoru nejbližší staré hale.

#### Hlavní nevýhody varianty 1:

- Materiálový tok tvaru „U“ je z poloviny protisměrný,
- zásobování pracovišť prázdnými zákaznickými obaly je nevyhovující.



Obr. 37: Varianta 1 – návrh layoutu

### **Legenda k obrázkům 37, 40, 42:**

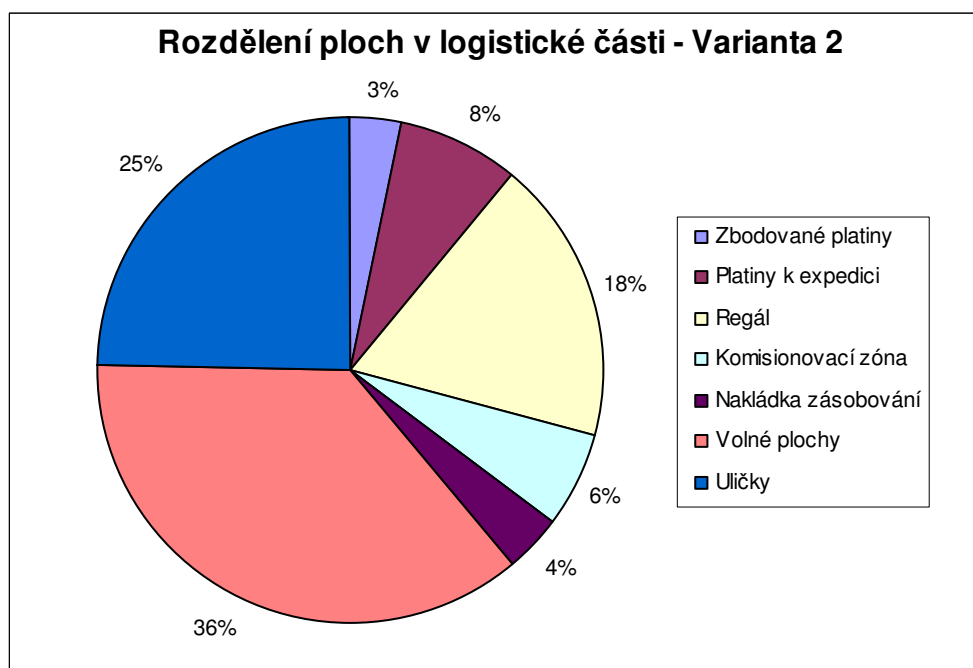
- **olivovou** barvou značí přísun platin určených k expedici,
- **akvamarínovou** barvou je zobrazen přísun materiálu k zaskladnění v regálu (lisovací dávky, umyté výlisky k expedici, výlisky ke zpracování v nové hale apod.),
- **jasně zelená** barva značí tok výlisků vychystaných z regálu ke zpracování na laserech,
- **červenou** barvu mají výlisky ke zpracování na ručních svařovacích lisech (jak z regálu, tak od laserů),
- **modrou** barvou jsou platiny ze staré haly určené ke zbodování a poté k expedici,
- **zlatá** barva značí tok již zpracovaných produktů do expedice (platiny, svařence, laserované díly) a poté ven z areálu nové haly,
- **oranžovou** barvou je znázorněn tok nakupovaných/částečně uskladněných dílů „vláčkem“ do staré haly,
- **zelené plné plochy** znázorňují technologii bodování platin,
- **světle modré plochy** jsou BTC (svařovací buňky) a bodování defoelementu Z 1 nárazník,
- **fialovou** plochu mají lasery,
- **tmavě modře** jsou zobrazeny ruční svařovací lisy,
- **červená** plocha je blokovací sklad dle požadavků kvality,
- **oranžová** plocha je komisionovací zóna,
- **žlutou** a **šedou** barvou jsou označeny plochy v logistické a výrobní části.

### 10.1.2 Varianta 2

Druhá varianta také splňuje zadané požadavky. Na obrázku 40 je layout, ve kterém je hlavní změna v obrácení haly. Tedy logistická část na konci a výrobní na začátku haly. Logistika má opět  $4401\text{m}^2$  (stejná část haly). V tomto layoutu jsou plochy členěny takto:

- $146\text{m}^2$  na zbodované platiny,
- $344\text{m}^2$  na platiny určené přímo k expedici,
- $792\text{m}^2$  regál na rozpracovanost (z důvodu rozmístění sloupů),
- $168\text{m}^2$  plocha pro nakládku zásobování staré haly,
- $273\text{m}^2$  komisionovací zóna,
- $1602\text{m}^2$  volné plochy pro logistiku (z čehož  $579\text{m}^2$  může být primárně určeno jen ke skladování platin k expedici – plocha před skladem platin určených k expedici).

Rozložení ploch je patrné z obr. 38:

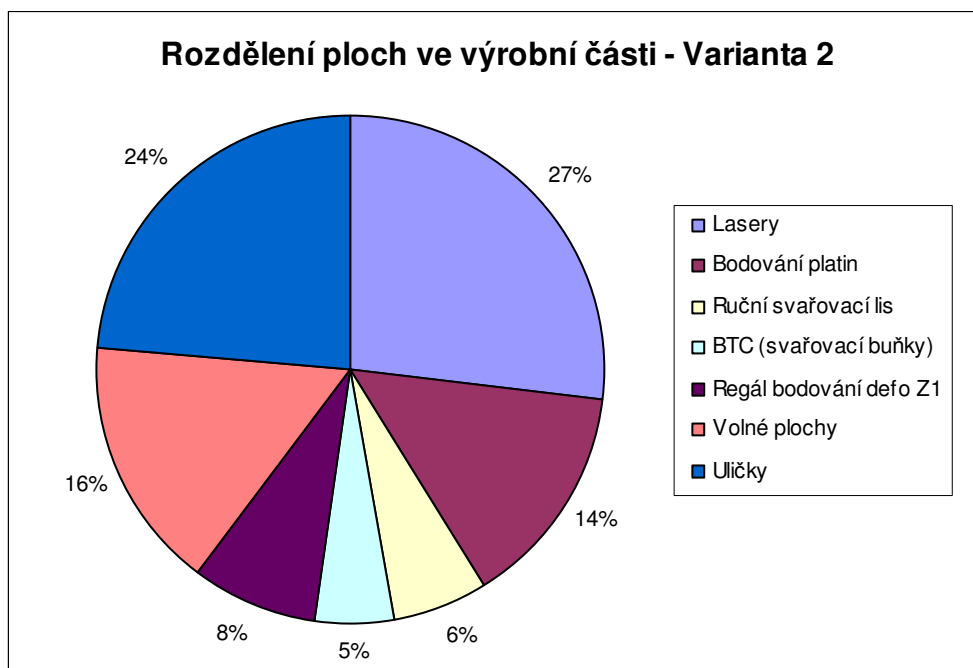


Obr. 38: Plochy v logistické části – varianta 2



Ve výrobní části je plocha analogicky 6676m<sup>2</sup>. Rozdělení výrobních ploch je následující (viz. dle obr. 39):

- 1805m<sup>2</sup> lasery,
- 933m<sup>2</sup> zařízení na bodování platin,
- 417m<sup>2</sup> ruční svařovací lisy,
- 327m<sup>2</sup> BTC (svařovací buňky),
- 545m<sup>2</sup> regál pro bodování defoelementů pro projekt Z 1 zadní nárazník,
- 1072m<sup>2</sup> volné plochy pro výrobu.



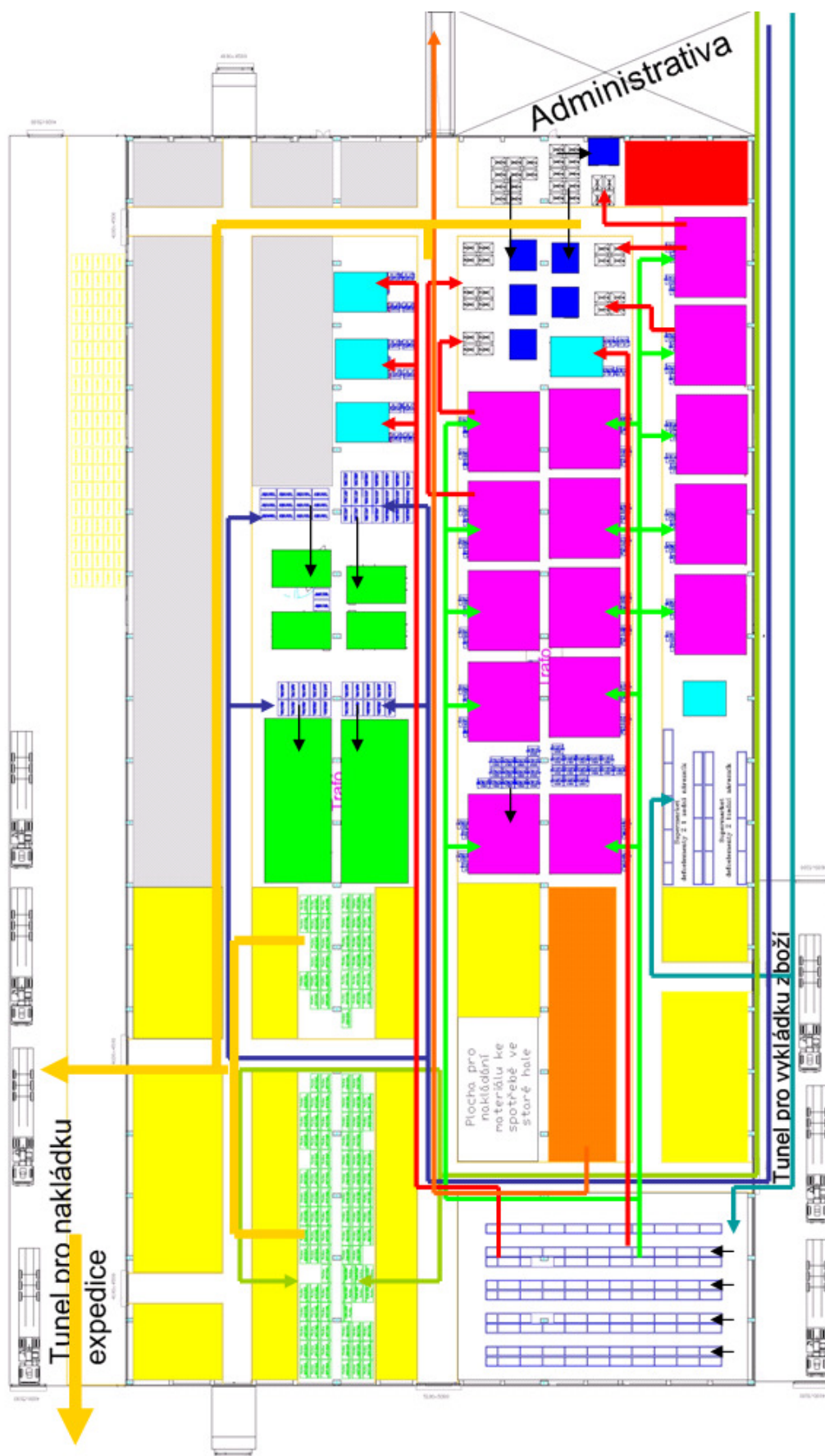
Obr. 39: Plochy ve výrobní části – varianta 2

#### Hlavní výhody varianty 2:

- Ucelený blok pro skladování všech platin včetně zařízení pro bodování platin,
- zvětšení „tunelu“ pro příjem díky jeho přesunu do zadní části haly (je odstraněno omezení tvarem pozemku),
- krátká trasa pro expedici platin.

#### Hlavní nevýhody varianty 2:

- Členité plochy pro další využití,
- z důvodu přesunu logistické části ke konci haly dlouhé trasy pro kamion, stejně tak pro „vláček“.

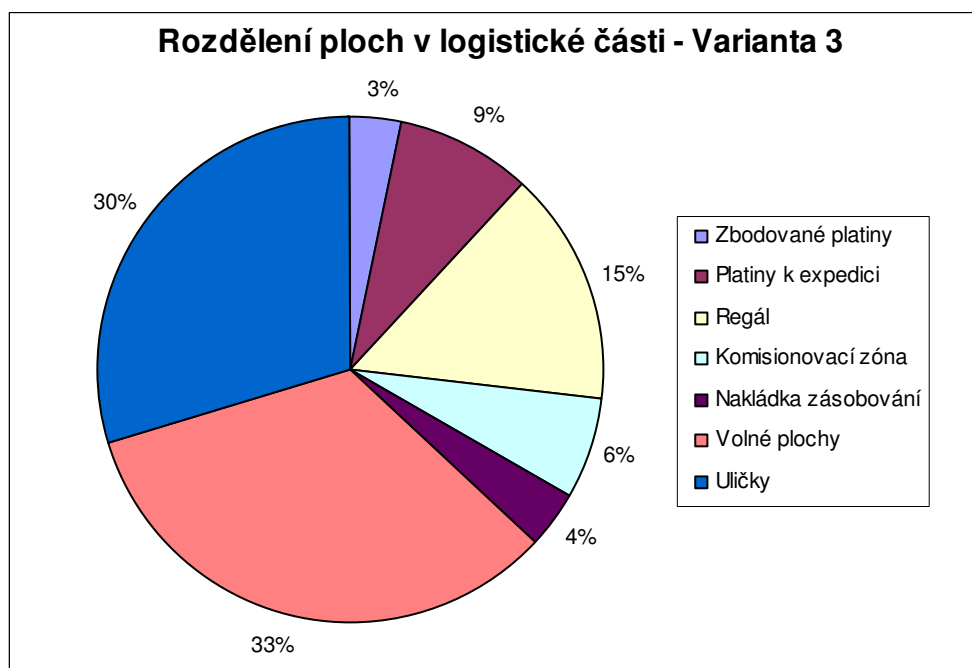


Obr. 40: Varianta 2 – návrh layoutu, legenda viz. obr. 37

### 10.1.3 Varianta 3

Třetí varianta využívá výhody první varianty z hlediska umístění logistické části. Výrobní část je uspořádána v pootočení o 90°. Požadavky všech oddělení byly jsou dodrženy. Variantu popisuje obr. 42. Logistická část respektuje opět zadanou velikost. Rozdělení ploch je následující (graficky pak na obr. 41):

- 146m<sup>2</sup> na zbodované platiny,
- 376m<sup>2</sup> na platiny určené přímo k expedici,
- 666m<sup>2</sup> regál na rozpracovanost ,
- 168m<sup>2</sup> plocha pro nakládku zásobování staré haly,
- 273m<sup>2</sup> komisionovací zóna,
- 1470m<sup>2</sup> volné plochy pro logistiku.



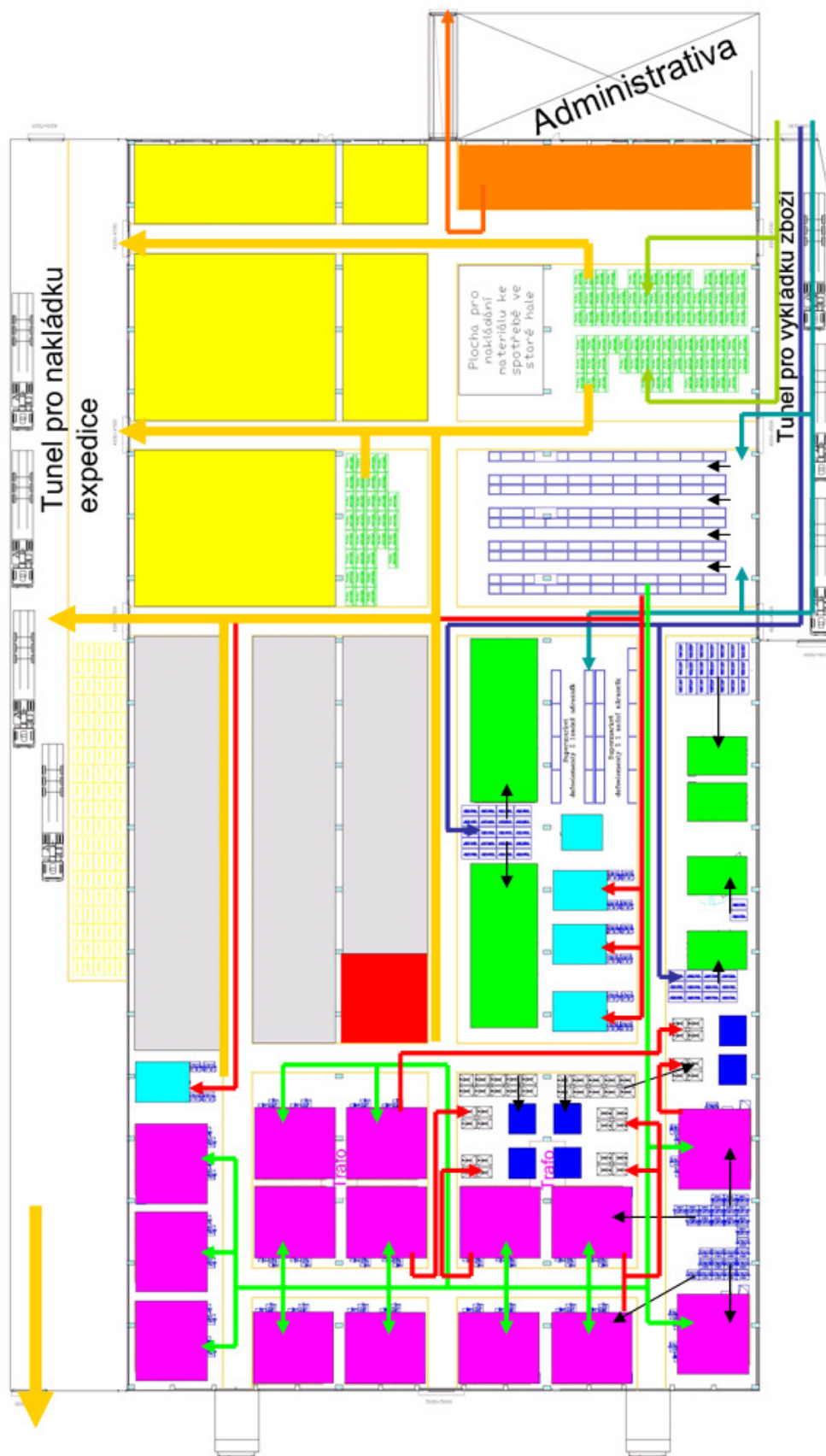
Obr. 41: Varianta 2 – návrh layoutu

#### Hlavní výhody varianty 3:

- Logistika v přední části haly,
- ucelené volné plochy,
- krátké trasy pro zavážení/odvoz mezi halami.

#### Hlavní nevýhody varianty 3:

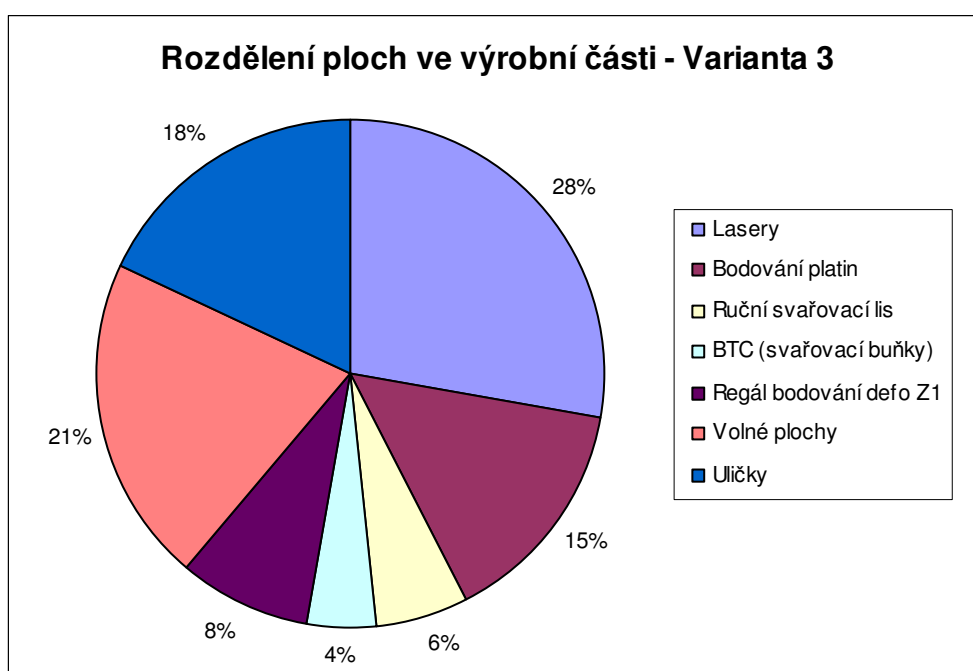
- Umístění laserů není v bloku,
- nevhodný materiálový tok (často v protisměru).



Obr. 42: Varianta 3 – návrh layoutu, legenda viz. obr. 37

Ve výrobní části je výroba uspořádána zcela jinak než v předchozích variantách. Materiálové toky jednotlivých produktů nejsou zcela ideální, místy až protisměrné. Rozdělení jednotlivých ploch tomu také odpovídá (graficky na obr. 43):

- 1862m<sup>2</sup> lasery,
- 972m<sup>2</sup> zařízení na bodování platin,
- 396m<sup>2</sup> ruční svařovací lisy,
- 296m<sup>2</sup> BTC (svařovací buňky),
- 545m<sup>2</sup> regál pro bodování defoelementů pro projekt Z 1 zadní nárazník,
- 1404m<sup>2</sup> volné plochy pro výrobu.



Obr. 43: Varianta 2 – návrh layoutu

## 10.2 Porovnání variant

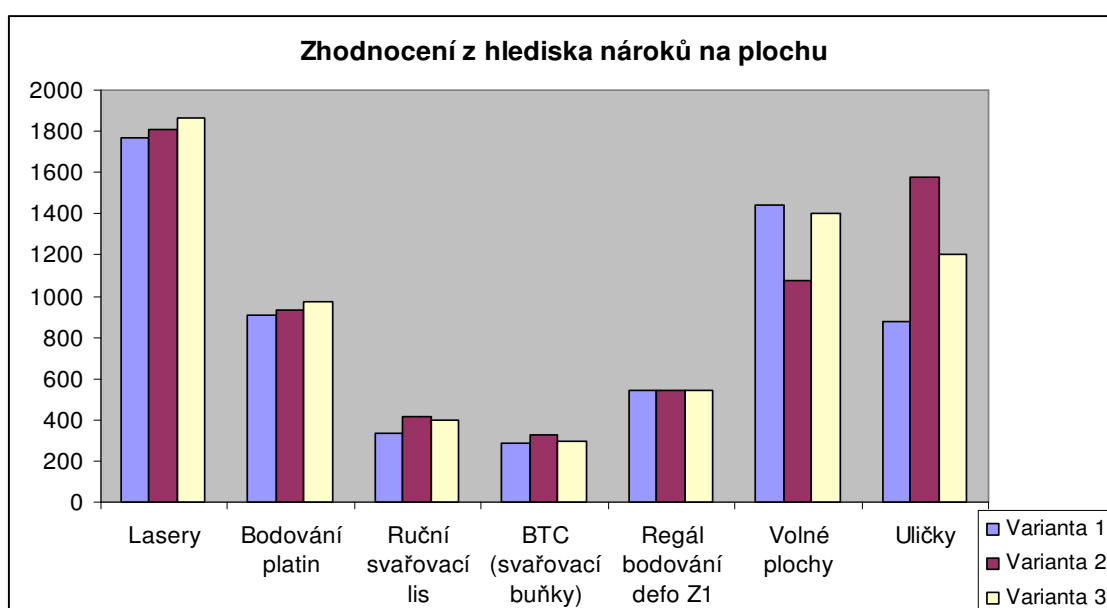
V porovnání jednotlivých variant bylo přihlédnuto k jednotlivým dílčím grafům a to jak z části logistické, tak z části výrobní. Pro výběr nejlepší varianty jsou výsledky jednotlivých vytvořených layoutů shrnuty do přehledné tabulky, resp. grafu:

Tabulka č. 9: **Zhodnocení variant (výrobní část)**

Zhodnocení variant z hlediska plošných nároků na výrobu [m <sup>2</sup> ]			
	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Lasery	1765	1805	1862
Bodování platin	911	933	972
Ruční svařovací lis	336	417	396
BTC (svařovací buňky)	283	327	296
Regál bodování defo Z1	545	545	545
Volné plochy	1443	1072	1404
Uličky	873	1577	1201

**Zelenou barvou** jsou v zobrazeny ideální hodnoty z porovnání variant (volná plocha – více je lépe, ostatní parametry – méně je lépe). Z tabulky pro výrobní plochy je zřejmé, že jak nejlepší varianta je layout č. 1, který nebyl z hlediska výrobních ploch překonán žádným jiným návrhem.

**Z hlediska výrobních ploch je proto nejlepší variantou layout č.1.**



Obr. 44: Porovnání variant z hlediska výrobních ploch

Stejně tak bylo přihlédnuto k plošným nárokům na v logistické části haly. Ty jsou porovnány v následující tabulce:

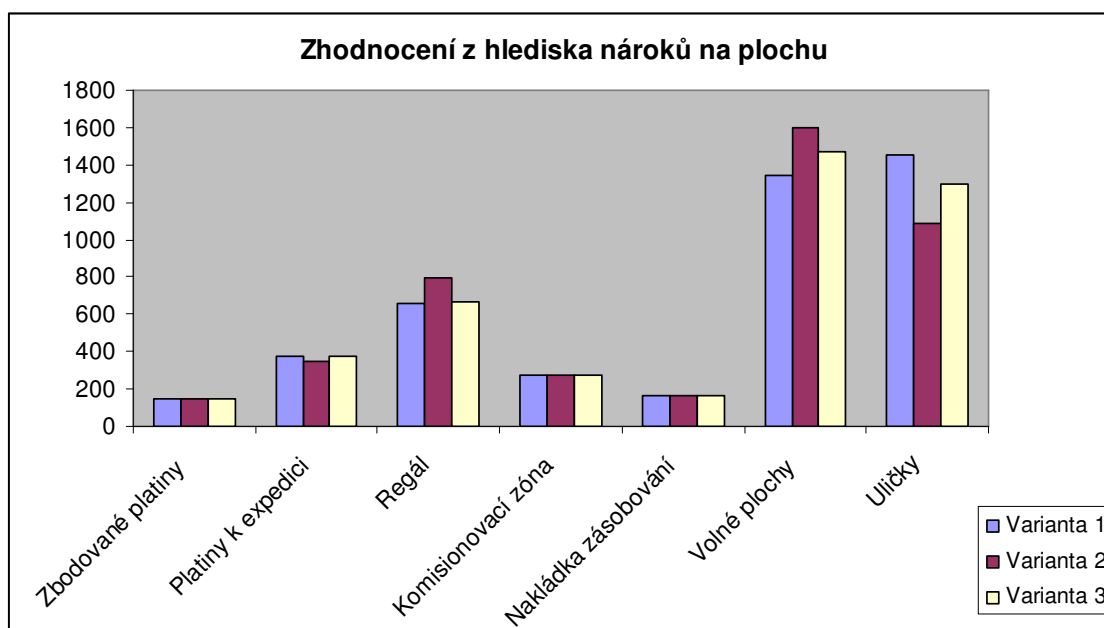
Tabulka č. 10: **Zhodnocení variant (logistická část)**

<b>Zhodnocení variant z hlediska plošných nároků na logistiku [m<sup>2</sup>]</b>			
	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Zbodované platiny	144	146	146
Platiny k expedici	376	344	376
Regál	655	792	666
Komisionovací zóna	273	273	273
Nakládka zásobování	160	160	168
Volné plochy	1341	1602	1470
Uličky	1452	1084	1302

Zelenou barvou jsou v zobrazeny ideální hodnoty z porovnání variant (volná plocha – více je lépe, ostatní parametry – méně je lépe).

Z tabulky je patrné, že nejoptimálnější variantou layoutu z hlediska logistiky je varianta č. 2. Ovšem vzhledem k jejich uspořádání, tzn. plocha před platinovými obaly (nevyužitelná k dalšímu skladování) a jednotlivé plochy jsou členěny na velmi malé, dílčí plochy, je další variantou layout č. 1.

**Layout č. 1 je nejlepší variantou i z hlediska logistických ploch.**



Obr. 45: Porovnání variant z hlediska logistických ploch

V následující tabulce č. 11 jsou jednotlivé varianty zhodnoceny pomocí hodnotící matice. V této tabulce je přihlédnuto k jednotlivým ukazatelům výhodnosti variant převážně z hlediska materiálových toků. Jednotlivému kritériu je v poli přiřazena důležitost, tzv. „Váha“ daného kritéria (1 neméně důležité, 5 nejdůležitější). Obdobně je přístupováno i k hodnocení samotných variant. U varianty je zhodnoceno kritérium počtem bodů odpovídající stavu v layoutu (1 bod nejméně, 5 bodů nejlépe splňuje dané kritérium). Důležitost a hodnocení je pak mezi sebou pronásobeno a dílčí sumy jsou sečteny.

**Z tohoto hodnocení je nejvýhodnější varianta layoutu č. 1.**

Tabulka č. 11: **Zhodnocení variant z ostatních hledisek**

	Váha	Hodnocení variant (bodově)		
		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Splnění požadavků	5	5	5	5
Toky materiálů do haly	5	5	2	5
Toky výlisků na lasery	5	5	4	3
Toky výlisků na ruční bodování	4	4	3	1
Toky výlisků na svařování	3	4	1	1
Toky platin (vstupy)	4	3	1	4
Toky zbodovaných platin	4	3	4	2
Ucelenost volných ploch	4	3	2	4
Suma (násobků bodů)		139	98	112
Pořadí výhodnosti variant		<b>1.</b>	<b>3.</b>	<b>2.</b>

Podle zjištěných hodnot a posléze navrženém layoutu byla jako nejlépe vyhovující varianta vybrán layout č.1. Ten respektuje všechny požadavky, které byly na tvorbu kladeny a to jak ze strany managementu firmy, tak i jednotlivých oddělení.

Z optimálního layoutu je patrné, že velké množství plochy není využito ani pro skladování, ani pro vlastní výrobu.

Jako řešení se jeví 2 varianty:

a) Výstavba haly v celém (maximálním) rozsahu z důvodu neočekávaně rychlého získávání zakázek a použít volné plochy k nabídce výrobní kapacity pro nové zákazníky,

b) výstavba jen části maximálního rozsahu haly, do které je plánována nová výrobní technologie a ve chvíli získání zakázky přistavět k nové hale potřebnou část (hala je členěna do modulů).



## 11. Závěr a doporučení

Cílem této práce bylo navržení optimálního layoutu pro dočasné zaskladnění lisovacích dávek z výroby a umístění nové technologie pro nové zakázky.

Po zjištění současného stavu byla výsledkem nedostatečná kapacita závodu v oblasti logistiky. Nové zakázky přináší plošné nároky v oblasti výrobního zařízení, ploch pro skladování nástrojů i uskladnění rozpracovanosti v důsledku rozdílných taktů mezi svařovnou a lisovnou.

V kapitole 9.1 byly vybrány jednotlivá zařízení, projekty a logistické plochy vhodné k přemístění do nové haly. Jednotlivé nároky byly definovány a započítány např. k výpočtu kapacity regálu.

Na základě analýzy současného stavu bylo v kapitole 9.2. vypočítáno potřebné množství obalů pro zaskladnění v regálu s ohledem na manipulaci s obalem kolem regálu. Pro detailnější zjištění zůstatkových hodnot stavu ve skladu, doporučuji podpořit kapacitní návrh počítačovou simulací. Simulací lze odhalit úskalí spojená se zaskladňováním velkého množství různých materiálů, z nichž je každý spotřebováván jinou rychlostí.

Dalším cílem práce byla tvorba tří variant layoutu a následný výběr nejlépe vyhovující varianty dle předem stanovených kritérií. Pro tvorbu layoutu byly shrnuty požadavky vedení a nároky oddělení, které musely být respektovány při návrhu. Poté byly zpracovány 3 varianty rozmístění jednotlivých technologických zařízení i logistických ploch do stavebního layoutu haly. V těchto variantách byly přihlédnuto k materiálovému toku jednotlivých projektů a tyto toky byly zakresleny do každé varianty. Dále byly jednotlivé návrhy hodnoceny z hlediska výroby i logistiky na základě daných kritérií.

Ze zpracovaných návrhů byla k realizaci doporučena varianta layoutu č.1. V kapitole 10.2. byly navrženy další kroky možných řešení. Tyto kroky budou v nejbližším termínu diskutovány s vedením firmy. Nabízené řešení předpokládá úsporu 5 polí haly, což znamená zmenšení plochy o  $2812\text{m}^2$ . Tato úspora vychází z výstavby skutečně potřebné plochy. Na základě výsledku diplomové práce může firma realizovat umístění jednotlivých ploch v navržené hale dle optimálních materiálových toků.

## 12. Použitá literatura

- [1] **BAUDIN, Michel.** *Lean logistics*. New York : Productivity Press, 2004.  
ISBN 1-56327-296-2.
- [2] **DRAHOTSKÝ, Ivo; ŘEZNÍČEK, Bohumil.** *Logistika : procesy a jejich řízení*.  
Brno Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-521-0.
- [3] **GROS, Ivan.** *Logistika*. Praha : Vydavatelství VŠCHT, 1996. ISBN 80-7080-262-6.
- [4] **LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R.; ELLRAM, Lisa M.** *Logistika*.  
Praha : Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-221-1.
- [5] **LIKER, Jeffrey K.** *Jak to dělá Toyota*. Praha : Management Press, 2008.  
ISBN 978-80-7261-173-7.
- [6] **PERNICA, Petr.** *Logistický management*. Praha : RADIX, 1998.  
ISBN 80-86031-13-6.
- [7] **SCHULTE, Christoph.** *Logistika*. Mnichov : Verlag Franz Vahlen GmbH, 1991.  
ISBN 80-85605-87-2.
- [8] **SIXTA, Josef; MAČÁT, Václav.** *Logistika : teorie a praxe*. Brno : CP Books, 2005.  
ISBN 80-251-0573-3.
- [9] **ŠTŮSEK, Jaromír.** *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha : C. H. Beck, 2007.  
ISBN 978-80-7179-534-6.
- [10] **VYSKOČIL, Marek.** *Kompaktní studium logistiky:Modul IV*. Praha : Training and  
Management Academy, 2002.
- [11] **NN.** *Direct industry* [online]. Vystaveno 21.5.2011 [cit. 2011-05-26].  
Dostupné z: <http://www.directindustry.com/prod/hako/heavy-duty-electric-towing-tractors-13901-480917.html>.
- [12] **CHROMAJKOVÁ, Felicita.** *Kaban* [online]. Vystaveno 2010  
[cit. 2011-09-03].  
Dostupné z: <[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=116](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=116)>.
- [13] **CHROMAJKOVÁ, Felicita.** *Milk run* [online]. Vystaveno 2010  
[cit. 2011-09-03].  
Dostupné z: <[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=83](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=83)>.
- [14] **SKAARHOJ, Kasper.** *Kardex Shuttle NT* [online]. Vystaveno 2009  
[cit. 2011-04-26].  
Dostupné z:<<http://www.kardex.cz/cz/produkty-a-servis/skladovaci-technika/vytahove-systemy.html>>.

- [15] **NN.** *Vysokozdvížené vozíky* [online]. Vystaveno 2006 [cit. 2011-04-26].  
Dostupné z: <http://www.linde-mh.cz/detail.asp?novy=193>.
- [16] Interní materiály firmy Benteler